

BÁNYÁSZATI ÉS KOHÁSZATI LAPOK

Kohászat

Vaskohászat

Öntészet

Fémkohászat

Anyagtudomány

Felsőoktatás

Hírmondó

152. évfolyam

2019/5-6. szám



Jó szerencsét!

Az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület lapja.

Alapította Péch Antal 1868-ban.

TARTALOM

Vaskohászat

- 1 Grega O.:** Az ózdi acélgyártás „újkori” története
5 Mucsi A.: Revésedési jelenségek különböző szemszögekből az ISD Dunafer Zrt.-nél

Öntészet

- 9 Szalva P. – Orbulov I. N.:** A vákuumos kilevegőzés hatása a nyomásos alumíniumöntvények mechanikai tulajdonságaira
15 50 éves a Ganz Ábrahám Öntödei Gyűjtemény, a volt Öntödei Múzeum
17 25. Magyar Öntő Napok – 60 év az öntészet szolgálatában

Fémkohászat

- 19 Friedrich Z.:** Az első folyamatos forgó kisajtoló gép az Inotal Zrt.-nél
22 Kárpáti V. – Kazup Á. – Hegedüs B. – Ferenczi T. – Gácsi Z.: Alumíniumöntvények fél-folyamatos öntése kísérleti kristályosító berendezéssel

Anyagtudomány

- 26 Sepsi M. – Benke M. – Hlavács A. – Mertinger V.:** Új, roncsolásmentes kristálytani anizotropia vizsgálati módszer
30 Keresztes Z. – Szabó P. J.: DMLS technológiával gyártott 316L orvostechnikai acél mágneses tulajdonságainak vizsgálata
35 Új dimenzió az anyagvizsgálatban, szolgáltatásban, kutatásban

Felsőoktatás

- 37 Az ME Műszaki Anyagtudományi Kar rövid hírei 2019. augusztus-október**
39 Európai nyomásos öntészeti operátor- és technikusképzési tananyag fejlesztése

Hírmondó

- 40 5. Archaeometallurgia Európában konferencia**
41 Okosgyár és kooperatív robotok: küszöbön álló jövő
42 Hasznos eszmecsere tudományos háttérrel
42 Magyar részvétel a GIFA 2019 kiállításon
44 Beszámoló a XXVI. Pivarcsi László szigetközi szakmai napokról
44 Beszámoló a 2019-es selmecbányai Szalamanderről
45 Beszámoló a XIII. Fazola Fesztiválról
46 Tovább íródott a kohász valétakupa története
47 Az első kupától a tekintélyes gyűjteményig
48 II. Ceglédi Szakmai Nap
49 Kohómémők a szépirodalomban
49 Emlékeztető a 2019. szeptember 25-i OMBKE választmányi ülésről
50 Wahlner Aladár sírhelyének megváltása
51 Kopjafaavatás a selmeci hagyományok és Molnár László emlékére
54 Köszöntések
55 Nekrológok

Öntészet rovatunkat az 1950-ben indított és 1991-ben megszűnt önálló szaklap, a BKL Öntöde utódjának tekintjük.

FROM THE CONTENT

Grega Oszkár: Ózd Steelworks today 1
 After Ózdi Stahlwerke AG went bankrupt in 1991, steel production stopped in Ózd. The remaining assets were purchased by the Max Aicher group, and after an electric furnace was built, reinforcing steel production started again on the wire-rod mill base. Despite the initial challenges, production continuously grew since 2013; today the mill's output is 380 000 tons. Currently, besides the addition of a new wire mill, other technological and environmental improvements are taking place. The goal is to reach the production output of 500 000 tons of liquid steel.

Mucsi András: Scale phenomena in different aspects at ISD Dunafer Co. Ltd. 5
 The oxide scaling phenomena of hot rolled products at ISD Dunafer have been many but probably not enough times discussed. The aim of this paper is to introduce harmful and in some special cases the beneficial effect of scales forming at different production phases. The beginning from the continuous casting to the end of pickling the formed and repeatedly removed iron-oxides strongly influence the efficiency of production and the surface quality.

Szalva Péter – Orbulov Imre Norbert: The effect of vacuum on the mechanical properties of die cast aluminum AlSi9Cu3(Fe) alloy 9
 High pressure die casting (HPDC) is a widely used casting technology for aluminum alloy product. The amount of porosity in the casting is an important question. The influence of absolute cavity pressure on the porosity and on the mechanical properties of the castings were investigated and compared with conventional HPDC. The results of this study proved that the amount of porosity in the castings can be significantly reduced from 1.10% (atmospheric) to 0.47% (70 mbar), which corresponds to a 57% reduction. As a consequence, the mechanical properties are improved significantly. In general, lower cavity air pressure contributes to reduce the pores, which improve the mechanical properties of the die castings.

Friedrich Zoltán: The first continuous rotary extrusion press at Inotal company 19
 This article describes the principle of the Conform process, also known as CRE (Continuous Rotary Extrusion). Introduces the first continuous rotary extruder installed at Inotal Zrt, an LJ-350 line. It explains the reasons for the investment, and it is about installation and commissioning. Profiles that can be produced on the production line are introduced.

Kárpáti Viktor – Kazup Ágota – Hegedüs Balázs – Ferenczi Tibor – Gácsi Zoltán: Semi-continuous casting of aluminium alloys with experimental solidification device 22
 The Institute of Physical Metallurgy, Metalforming and Nanotechnology of the University of Miskolc achieved the physical simulation of production technology of Arconic-Köfém Kft.

In this case the Induterm CC3000 experimental semi-continuous solidification device was operated and the function of its was optimized during an experiment serie. The equipment became suitable for solidification investigation of several aluminium alloys.

Sepsi Máté – Benke Márton – Hlavács Adrienn – Mertinger Valéria: New, non-destructive anisotropy characterisation method 26
 Texture characterization is a key issue in industrial applications, particularly in deep-drawing raw materials. Conventional texture measurement is a feasible method in a laboratory environment, the main limitation is the sample size and geometry. This is due to the fixed nature of the goniometer and the enclosure dimensions of the Euler cradle. One of the main design aspects of X-ray diffractometers developed for measuring residual stress is the ability to test components of various geometries and sizes, even under industrial conditions, without the need for sample cutting. Taking advantage of the similarity between residual stress measurement and texture measurement, we have developed a test method for centerless diffractometers, which enables non-destructive anisotropy characterization.

Keresztes Zoltán – Szabó Péter János: Investigation of magnetic properties of 316L biomedical steel produced with DMLS technology 30
 316L steel is one of the special corrosion resistant materials, that is often applied in biomedical engineering. The reason, that makes this material useable in this field is the biocompatible, allergy-free and – due to the austenite – non magnetic properties. Choosing one of the most widely spread additive manufacturing technology – DMLS – for production method, these beneficial properties can be changed. The raw powder material is dispersed on the worktable and with the help of laser the powder is sintered. As a result the end product has individual, complex geometry, but as opposed to the raw material sometimes it can indicate magnetic properties. Biomedical engineering has no qualitative and quantitative limits for criterions against the used materials, but magnetic properties causes instant exclusion. This paper focuses on DMLS technology and the examination of magnetic properties of the workpieces produced with DMLS. 316L specimen is also investigated for comparable information. Market leader EOS M 100 DMLS machine produced the specimens using 20 µm diameter 316L grains. The workspace is Ø 100 mm × 95 mm, the sintering laser is Yb and the scanning speed is 821 mm/s. The production takes place in Ar gas and the layer thickness is 20 µm. Before investigation we demagnetized the samples. Thereafter we measured the magnetic field force and the magnetic induction and with the help of these values we drew hysteresis curves. For one DMLS produced sample we cooled down the body temperature with liquid nitrogen before the examination.

• **Szerkesztőség:** 1051 Budapest, Október 6. utca 7., III. em. • **Telefon:** 06-1-201-7337 •

• **E-mail:** bkl.kohaszat@gmail.com •

• **Felelős szerkesztő:** Balázs Tamás •

• **A szerkesztőség tagjai:** dr. Buzáné dr. Dénes Margit, dr. Dévényi László, dr. Dül Jenő, dr. Harcsik Béla, dr. Kóródi István, Schudich Anna, dr. Szombatfalvy Anna, dr. Tardy Pál, dr. Török Tamás •

• **Kiadó:** Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület • **Felelős kiadó:** dr. Hatala Pál •

• **Nyomja:** Press+Print Kft. 2340 Kiskunlacháza, Gábor Áron u. 2/a • **HU ISSN 0005-5670 •**

Belső tájékoztatásra, kereskedelmi forgalomba nem kerül. • A közölt cikkek fordítása, utánnyomása, sokszorosítása és adatrendszerekben való tárolása kizárólag a kiadó engedélyével történhet. •

Internetcím: www.ombkenet.hu/bkl/kohaszat.html

GREGA OSZKÁR

Az ózdi acélgyártás „újkori” története

Az Ózder Stahlwerke AG 1991. évi csődjével Ózdon megszűnt az acélgyártás. A megmaradt vagyonelemeket a Max Aicher vállalatcsoport vásárolta meg, és a rúd-dróthengermű bázisán egy elektrokemence megépítésével 2000-ben újraindult a betonacél gyártása. A kezdeti nehézségeket követően 2013-tól a termelés fokozatosan növekedett, mára már 380 000 tonna éves termelési szintet ért el a mű. Jelenleg egy új drótsor telepítése mellett más technológiai és környezetvédelmi fejlesztések is folyamatban vannak. A cél az 500 000 tonna folyékony acél termelési szint elérése.



■ 1. ábra. A Max Aicher vállalatcsoport érdekeltségei

Az Ózdi Acélművek Kft. létrejötte

Az ózdi acélgyártás jelenlegi technológiai struktúrájának kialakulása az 1970-es évek második felében megvalósult, az akkori Ózdi Kohászati Üzemeket (ÓKÜ) hátrányosan érintő állami technológiafejlesztési döntésben gyökerezik. A két nagy, politikailag megbízható vaskohászati vertikum, Diósgyőr és Dunaújváros egyaránt technológiaváltási lehetőséghez jutott, miközben az ózdi, politikailag megbízhatatlan, rimai gyökerekkel bíró gyár az oxigén intenzifikálással a Siemens–Martin technológia konzerválására kényszerült.

Ebben a helyzetben a kiutat az ózdi műszaki értelmiség két kiemelkedő alakjának, dr. Lotz Ernőnek és Schott-

ner Lajosnak a német szakmai kapcsolatai jelentették. A Korf-céggel kialakított szakmai együttműködés eredményeként az SM-kemencékbe épített ún. Korf-égőkkel a technológia olyan mértékű intenzifikálása vált lehetővé, ami termelékenységre versenyképessé tette az SM-eljárást az oxigén-konverteres eljárásokkal.

Ennek bázisán, a gazdasági társaságokról szóló törvény 1986. évi megjelenése már előkészített állapotban találta a magyar acélipar első nemzetközi vegyesvállalatát. 1989-ben a magyar állam 40%-os és két német vállalat, a Metallgesellschaft AG., Németország legnagyobb ipari konglomerátuma, és a Korf KG. 60%-os tulajdoni arányával megalakult az Ózder Stahlwerke AG. A magyar tulajdonrészt az

Ózdi Kohászati Üzemek termelőegységeinek apportja, a német tulajdonrészt részben pénztőke, részben a megvalósítandó új technológia, az EOF, (energiát optimálisan hasznosító kemence) acélgyártó eljárás szellemi tulajdoni értéke képviselte.

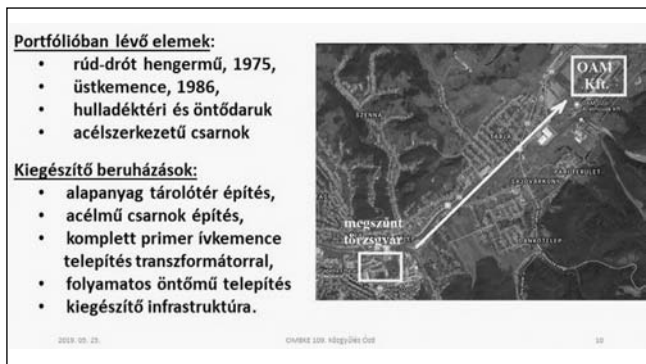
Az akvizícióval a már meghonosodott német műszaki kultúra további megszilárdulásának lehetősége jelent meg a vállalatnál és a városban. Megkezdődött az acélműi csarnokban az EOF-kemence alapozása, miközben két szakember az új technológia adaptációját készítette elő Braziliában, a Korf KG. ott működő EOF acélművében.

Az első, 1990-es gazdasági év veszteséges volt. A tőkepótlást a magyar tulajdonos, az állam nem vállalta, csődbe vitte a vállalkozást. 1992-től megkezdődött az Rt. felszámolása. Megjelentek Ózdon a felszámoló és miniszteri biztosok. 1997-re világossá vált, mit nem lehet magánvagyonná konvertálni, ezek a vagyonelemek képezték az akvizícióra előkészített Ózdi Acélművek Kft.-t.

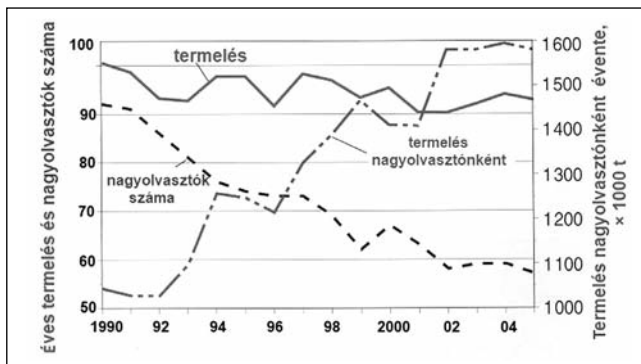
A vagyonelemeket 1997-ben a Max Aicher vállalatcsoport vásárolta meg, és változatlan néven megalakult az Ózdi Acélművek Kft., kizárólagos német tulajdonban, ami lényegében az

Az OMBKE 109. Közgyűlésén, Ózdon 2019. május 25-én elhangzott előadás szerkesztett változata. A cikk anyagának összeállításában közreműködött, és a vállalat utóbbi hat évi eredményeinek létrehozásában meghatározó szerepet töltött be Bartha Imre, az Ózdi Acélművek Kft. ügyvezető igazgatója.

Dr. Grega Oszkár PhD tudományos fokozattal rendelkező metallurgus kohómérnök, szakokleveles euromenedzser, lean szakmérnök. Dolgozott a BÉM-ben, majd a NME Vaskohászati Tanszékén. A Dunafer Rt.-nél és a diósgyőri DAM STEEL Rt.-nél töltött be felső vezetői beosztásokat műszaki, termelési és fejlesztési területeken. 2003-tól egyetemi docensként a ME Vaskohászati Tanszékének vezetője volt. Jelenleg nyugdíjasként címzetes egyetemi tanár, igazságügyi szakértő. Saját tulajdonú vállalkozásában akkreditált analitikai laboratóriumot működtet, több külföldi, német nyelvterületi egyetemmel és szakmai szervezettel, intézménnyel tart szoros kapcsolatot.



■ 2. ábra. Az Ózdi Acélművek Kft. telepítési helye és technológiai berendezései



■ 3. ábra. Az integrált acélgyártás egységkapacitásának változása Európában

Aicher családi tulajdont jelentette (1. ábra).

A portfólió bázisát az ÓKÜ centeri telephelyen 1975-től működő rúd-drót hengerműve képezte, kiegészítve a törzsgyárban 1986-ban megépített üstkemencével, az SM-acélmű öntődaruival, a hulladéktéri csarnokkal és darukkal.

A technológiai színvonal

Az új tulajdonos a meglévő elemekkel a centeri telephelyen egy miniacélmű létesítése mellett döntött. Ehhez használt, de kiváló műszaki állapotú villamos ívkemencét vásárolt transzformátorral és folyamatos öntőművel, értelemeszerűen kiegészítve a szükséges infrastruktúrával. A kialakult technológiai struktúrát a 2. ábrán követhetjük.

A beruházási folyamat eredményeként 2000-ben a miniacélmű termelése elkezdődött. A technikai színvonalat az alábbiak jellemezték:

Metallurgia

Primer fázis

Háromfázisú EAF, 60 tonna betét-tömeg,
UHP teljesítmény – 950...1000 kVA/t acél,
RCB kombinált égőrendszer – oxigén-földgáz + médiumbefűvés,
EBT (salakmentes) csapolási rendszer.

Szekunder kezelés

Háromfázisú üstkemence, 15 MVA teljesítményű ívfűtéssel,
Argonos öblítés,
Automatizált ötvözőanyag adagolás.

Acélöntés

Négyszálas ívkristályosító, 130 × 130 mm,
Nyitott öntés

Képlékeny alakítás

Hengermű, a 70-es évek műszaki színvonala,
Körszelvényű rúd- és betonacél 6...40 mm átmérőtartományban,
Hengerhuzal 5,5...14 mm és tekercselt betonacél 6...14 mm átmérőtartományban.

A megvalósult technológia lényegében egy ívkemence bázison működő, hosszúterméket gyártó miniacélmű. Ez a definíció a működtetési filozófiára utal, ami – mint ahogy a későbbiekben látni fogjuk – a biztonságos működtetés feltételeit jelentette.

A technológia műszaki színvonala szempontjából a metallurgia a mértékadó európai szintet képviseli, az alakítástechnológia az adottságokból következően az 1970-es évek színvonala, a jó működőképességet biztosító Schloemann-berendezésekkel.

A mű termelése és piaci helyzete

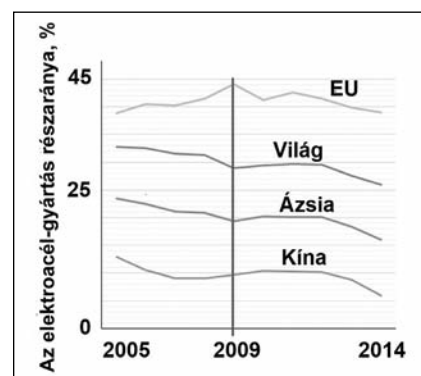
Az Ózdi Acélművek Kft. (ÓAM) szerepét, mint egy német tulajdonban lévő holding elemét piacépesség szempontjából európai bázison célszerű elemezni. Főképpen a betonacélokkal az ÓAM Magyarországon lényegében kizárólagos piaci szereplő, továbbá a piaci térhódítás eredményeként a lengyelországi piacon is meghatározó. A szlovákiai őrmezői Strazske acélművének akvizíciójával a szlovák piacon is jelentős szerephez jutott az ÓAM. Ez utóbbi akvizíció megteremtette azt a piaci pozíciót, ami a betonacélok esetében gazdaságosan elérhető távolságban kizárta a konkurens gyártókat.

Ezt a helyzetet stabilizálta az európai acélgyártási technológiákban az elmúlt két évtizedben lezajlott techno-

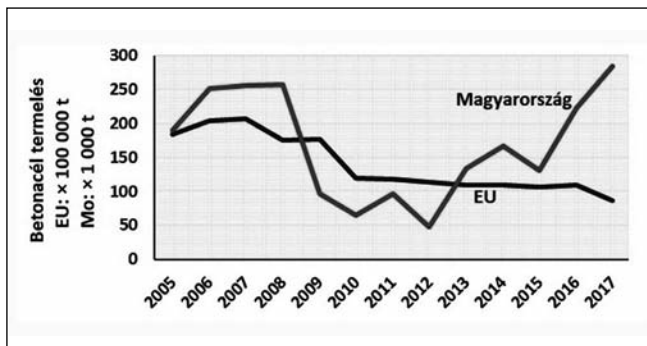
lógiai átrendeződés. A 3. ábrán bemutatott tendenciákból következik, hogy az integrált gyártás a nagyvolvasztók térfogatnövelésével a nagy volumenű gyártás technológiájává vált, a 3 Mt/év acélgyártó gyártókapacitás alatt az integrált technológia versenyképtelen.

Ezt a megállapítást aláhúzza a 2009-ben bekövetkezett gazdasági recesszió hatása. A 4. ábrán látható, hogy Európában a recesszió az integrált gyártást visszaszorította, a rugalmas, ívkemencés miniacélművek pedig megőrizték szerepüket. A recesszió nyugvóponttra jutását követően az EU kompetens szervezetei is meghatározták az Unió acélgyártásának általános irányát. Ezek szerint a követendő út a magas szellemi hozzáadott értéket tartalmazó minőségi acélok gyártásának bővítése, amelynek alapvető technológiai bázisa a nagyteljesítményű villamos ívkemence, az európai berendezésgyártók által már rutinszerűen gyártott, és az acélművekben elterjedten használt szekunder kezelőegységekkel.

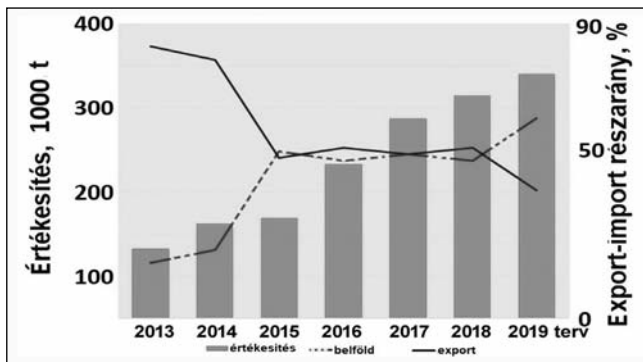
Ezeket a jelenségeket a hazai acélművek eredményei is alátámasztják. A recessziót követő években a



■ 4. ábra. Az elektroacél-gyártás részaránya a régiókban



■ 5. ábra. Betonacél termelési tendencia az EU-ban és Magyarországon az ÓAM Kft.-nél



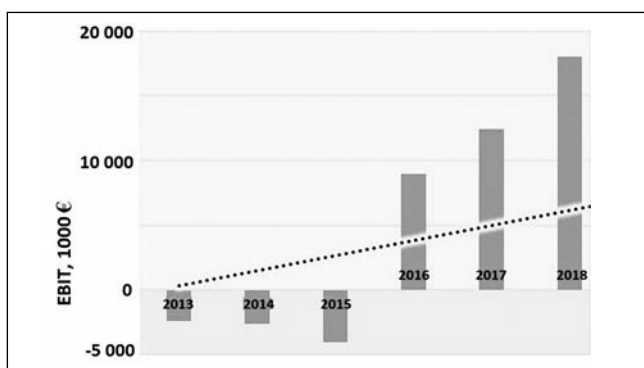
■ 6. ábra. Az értékesítés számai, export, belföld

diósgyőri acélmű már nem tudott talpra állni, és esély sincs az újraindítására, a Dunafer is csak korábbi, saját árnyékaként vergődik. Az elektrokemence bázisán megvalósuló technológia rugalmasságából, az integrált technológiához képest lényegesen kisebb állandó költséghányadával, jelentősen kisebb üvegházhatású gázkibocsátásával, kisebb élőmunkaigényével kedvező lehetőségeket ad a recessziós gazdasági és dekonjunkturális piaci helyzetek kezeléséhez.

Így történt ez az ÓAM esetében is, a recessziós időszakban a létszám nem csökkent, a gyár megőrizte működőképességét, amihez természetesen az átgondolt tulajdonosi döntések is hozzájárultak. Az alkalmazott technológiai szerkezet színvonala a várható piaci igények ismeretében garantálta a versenyképességet. A Max Aicher vállalatcsoport a konszern típusú kapcsolati rendszerrel a stabil finanszírozási háttérrel is biztosította.

A recessziót követő átmeneti stagnálás után az ÓAM termelési volume egyértelműen növekedett. Természetesen ehhez az eredményhez a technológiai lehetőségeken és a tulajdonosi magatartáson túl a kapcsolódó felhasználó építőipari ágazatok konjunktúrája is jelentősen hozzájárult.

A vállalati stratégia helyességét plasztikusan mutatja az 5. ábra. Az ÓAM gyártókapacitása európai mércével mérve is tényezővé vált, a recesszió legalacsonyabb szintjéhez képest 2017-re közel hatszorosára növelte a késztermék-kibocsátást.



■ 7. ábra. Az EBIT (üzemi eredmény) alakulása az ÓAM Kft.-nél

A 6. ábra az értékesített betonacél mennyiségét és az aránymegoszlását mutatja, 2013-tól napjainkig. Az értékesítés dinamizmusa egyértelmű növekedést mutat, amit összehasonlítva az 5. ábra adataival látható, hogy a termelt mennyiséget közel teljes egészében értékesíteni lehetett. Az értékesítés aránya a kezdeti exporttúlsúlyból 2015-re kiegyenlítődt, és 50-50 százalékos megoszlásban stabilizálódott, mind volumenben mind árbevételben, ami elsősorban a kedvező hazai építőipari növekedés következménye. Az adatokat elemezve látható, hogy az árbevétel megoszlása gyakorlatilag független az értékesítési célterülettől, ami azért megnyugtató, mert az export és belföldi piaci viszonyok változása nem befolyásolja a működés eredményességét. A tevékenység

1. táblázat. Acéltermelési arányok EU–Magyarország

Évek	Termelés, az EU %-ában	
	Összes acél	Betonacél
2010	0,97	0,04
2017	1,13	3,32
Növekedés	1,16-szoros	83-szoros

tényleges eredményességét a 7. ábra mutatja.

Látható, hogy a 2009. évi recesszió után viszonylag hosszú időnek kellett eltelni a gazdaságos működés eléréséig, azonban a termelési szint és az értékesítési volumen agresszív növelésével (6. ábra) 2016-tól biztosított az eredményes működés. 2018-ban a 7. ábrán látható 18 millió euró üzemi eredmény 10%-

os árbevétel arányos eredménynek felel meg. Ezt a teljesítményt, figyelemmel a betonacél, mint termék eredménytermelő-képességére, csak igen szoros, de mindenképpen elismerésre méltó menedzseléssel lehetett elérni.

Plasztikusabb képet kapunk, ha az ÓAM termelési számainak az EU és Magyarország acéltermelési volumenének arányában vizsgáljuk (1. táblázat).

Az 1. táblázat adatai önmagukért beszélnek. Magyarország acélgártási struktúrájának ismeretében az egyértelmű eredmények egyértelmű következtetésekre adnak lehetőséget. A 2010. évi marginális szerephez képest betonacél termelés tekintetében az uniós szerepvállalás 2017-re 83-szorosára növekedett, amivel az ÓAM az európai betonacélpiacon is tényezővé vált. Eközben az integrált technológiát alkalmazó, a technológiaváltást a 2000-es évek elején elmulasztó másik mű megmaradt a marginális szerepben.

Az elért eredmények, és a hazai piac kiszolgálásának jellemzői állami szerepvállalást is eredményeztek, ami 2019-ben 20%-os állami tulajdonlásban jelent meg. Ez a lépés nyilvánva-

lóan az ÓAM megbízható működéséből és az ennek következményeként megjelenő piaci rugalmasságból következnek, ugyanakkor a vállalat további stabilizálását eredményezi a hazai piacon, további fejlesztéseket generálva a minőségi acélok irányába, amelyek már az állami szerepvállalást megelőzően elkezdődtek és jelenleg is folyamatban vannak.



■ 8. ábra. A telepített drótsori hengerállványok, háttérben a víz-hűtő szakasz

Technológiai és infrastrukturális fejlesztések

A folyamatban lévő fejlesztések egy része a piaci igények változásával megkövetelt technológiai és kapacitásbővítő fejlesztés, egy része pedig a környezetgazdálkodási kötelezettségek teljesítését célozza.

Folyamatos öntőmű

A folyamatos acélöntőműnél (FAM) a közelmúltban megvalósult, már működő korszerűsítés során automatikus szintszabályozás történt a kristályosítónál. Ez a módosítás a féltermék FAM buga felületi minőségének, ennek vonzataként a késztermék minőségének a javulását eredményezte, csökkentve a szubjektív beavatkozás kockázatát.

A tervezésnél az ÓAM figyelemmel volt a stratégiailag tervezett termékösztétel és minőségi fejlesztés követelményeire, ezért a módosítás úgy történt, hogy a kialakított rendszer alkalmas a 160 mm oldalhosszúságú buga öntésére is, aminek eredményeként az ilyen buga gyártásakor már megvalósítható a sugárvédett öntés, a minőségi előrelépés alapvető feltételként.

A hengerműi drótsor rekonstrukciója

A felhasználói piac igénye, főképpen a betonacél-felhasználó építőipar, az építőipari technológiák intenzifikálása, fejlődése eredményeképpen, a rúd-ban gyártott betonacélok felől a tekercsben kiserelt késztermékek irányába tolódott el. Ez a tendencia értelemeszerű, hiszen a tekercsből előállított szerkezetek jelentősen kevesebb hulladék képződését eredményezik.

Az ÓAM meglévő drótsorának korszerűtlen állapota drasztikus változtatást igényelt. Ezt a műszaki állapot és a piaci igényváltozás indokolta, és követeli a huzalformában kiserelt betonacélgyártás fejlesztését, ami kizárólagosan a drótsor teljes rekonstrukciójával lehetséges.

A rekonstrukció utáni termékválaszték: Körszelvényű rúd- és betonacél 8...40 mm átmérőtartományban, Hengerhuzal 5,5...24 mm és tekercselt betonacél 6...16 mm átmérőtartományban.

A fejlesztési igényt az ÓAM és a tulajdonos a vállalatcsoportnál követett korábbi stratégia mentén képzelte el megvalósítani; olyan, jó állapotú, még működő, használt berendezés megvásárlására törekedett, ami a fejlesztési célt hosszú távú működéssel biztosítja, ugyanakkor a fejlesztés jelentős költségmegtakarítással oldható meg. Ennek szellemében történt egy nagyon jó műszaki állapotban lévő, nagykapacitású drótsor megvásárlása és őzdi telepítése. Az új drótsor a meglévő hengermű középszekciójához egy átvezető szakasszal csatlakozik. A már telepített hengersor állványai a 8. ábrán láthatók.

Ez a munka jelenleg folyamatban van, a próbaüzemi indítás 2020 második negyedévében várható.

Az alapanyag-tároló kapacitás bővítése

A beszámolóink korábbi részében bemutatott termelésnövekedést a meglévő acélhulladék tárolócsarnok már nem tudja kiszolgálni. A hulladéktér szűk kapacitását (15 000 tonna befogadóképesség) az okozza, hogy

a vasúton beérkező acélhulladékok kirakása, ugyanazon a pályán mozgó darukkal történik, amelyekkel a hulladékbetét előkészítését végzik. A termelési volumen növekedése azt eredményezte, hogy a beérkező hulladékok jelentős hányadának tárolását a hulladéktéren kívül, szabad, fedetlen téren, külön rakodógépek beiktatásával kell megoldani. Ez a logisztikai kényszer a betételőkészítés rendjét az optimálistól jelentősen eltéríti; a szabad területen tárolt acélhulladék az időjárási feltételek függvényében jelentős mennyiségű nedvességet tartalmazhat, továbbá a fedett tárolókazetták ürülése függvényében külső daruval kell azt a kazettákba rakni. Ez a körülmény adagvezetési problémákat és többletköltséget eredményez. A bemutatott indokok a hulladéktároló és előkészítő terület bővítését igénylik.

A hulladéktároló kapacitást az ÓAM a jelenlegi hulladéktároló csarnok tükörképeként megépítendő új acélhulladék-tároló csarnok és boksok (kazetták) kialakításával, továbbá kiszolgáló berendezések telepítésével tervezi megvalósítani. A beruházás megvalósításával a tárolókapacitás 30 000 tonnára növekedik. A párhuzamosan megépített hulladéktér megnöveli az egyidejűleg előkészíthető acélhulladékbetét mennyiségét, aminek eredményeként nem csupán az acélhulladék-tároló kapacitás növekszik, hanem az előkészített, azonnal adagolható acélhulladék mennyisége is, mely feltétele a gyártókapacitás növelésének. Ez a bővítés alapfeltétele a stratégiailag tervezett 500 000 tonna folyékony acél termelési szint elérésének.

Komplex füstgázelszívó rendszer telepítése

Az ÓAM füstgázkezelési technológiája a vállalat működésének megkezdésétől problémát okoz. A névleges elszívókapacitást a rendszer nem produkálta, tényleges teljesítőképessége lényegében ismeretlen volt. Részben lakossági elvárás, részben a hatósági kötelezések teljesítésére az ÓAM több intézkedést hajtott végre. Az elszívó-

rendszer tényleges műszaki állapotának feltárására több céggel végeztetett vizsgálatokat, melyek 500 000 m³/h tényleges elszívókapacitást állapítottak meg. 2013-14-ben az elszívókapacitás duplikálásának terve is elkészült.

A tulajdonosi kör és a menedzsment értékelte a helyzetet, és – az elvégzett vizsgálatok eredményei alapján – úgy döntött, hogy a megbízható megoldás egy teljesen új elszívórendszer kiépítése 1,4 millió m³/h elszívókapacitással, kombinálva a primer és szekunder (csarnoki) elszívórendszert. A döntés – megfelelő referenciák alapján – a Danieli Environment komplett technológiájának a telepítése. A beruházás folyamatban van, az üzembe helyezés rövidesen megtörténik.

A bemutatott, folyamatban lévő effektív beruházások mellett folyik azoknak a műszaki fejlesztési bázison tervezett intenzifikáló fejlesztéseknek

az előkészítése, amelyek az 500 000 tonna éves folyékony acél termelési szint elérését fogják eredményezni. A hengermű rúdtermék-kapacitása 500 000 t/év. Ez osztható meg a rúd- és dróttermékek között a megrendelői igények függvényében. Az így kialakuló átlagkapacitás – figyelemmel a drótsor fokozatosan romló műszaki állapotára – 360 000 t/év kapacitás rúdtermék paritáson. Összességében a vállalat a pénzügyi, gazdasági lehetőségeire és szakembergárdájának tapasztalataira támaszkodva, saját fővállalkozási konstrukcióban a bemutatott négy párhuzamos fejlesztést menedzseli, megteremtve a jövőbeli fenntartható működés feltételeit.

Összefoglalás

Az ózdi acélgyártás mai állapota azt mutatja, hogy a rendszerváltozás kori hatalmas traumát követően, ha hosszú idő elteltét követően is, de a gyár

és a város magára talált, a szakmailag megbízható és stabil tulajdonosi háttér mellett, az utóbbi hat év következetes és szigorú vállalatmenedzselése eredményeként az acélgyártás megnyugtatóan stabilizálódott.

A bemutatott eredmények meggyőzőek, hiszen az ÓAM megvalósuló 500 000 tonnás termelési szintje ma már fele az Ózdi Kohászati Üzemek korábbi termelési szintjének. A folyamatban lévő és a minőségi acélgyártás feltételeit megteremtő tervezett fejlesztések kiegészülve az állami közreműködéssel megvalósult kihelyezett felsőfokú, és a tervezett középszintű szakemberek képzési bázisával megteremtik, illetve újrateremtik azokat a körülményeket, amelyek a gyár – a versenyképességi követelményekből következően lényegesen kevesebb számú – dolgozójának, és a város lakosainak az évtizedekkel korábban megszokott nyugodt életét biztosíthatják.

MUCSI ANDRÁS

Revésedési jelenségek különböző szemszögekből az ISD Dunafer Zrt.-nél

Az ISD Dunafer Zrt.-nél gyártott lapostermékek előállításánál jelentkező revésedési problémák egy sokszor, de talán nem elégszer elemzett és feldolgozott téma. A cikk célja a gyártási vertikum különböző fázisaiban jelentkező revésedési jelenségek elsősorban káros, illetve néhány speciális esetben hasznos hatásainak bemutatása. A brammák folyamatos öntésétől kezdődően gyakorlatilag a hideghengerműi pácolás végéig a felületen képződő és az arról a gyártás különböző szakaszaiban eltávolított vas-oxidok jelentősen befolyásolják a gyártás hatékonyságát, valamint a késztermék felületi minőségét.

1. Bevezető

A gyártás különböző fázisaiban keletkező reve a nagy hőmérsékleten keletkező vas-oxidok összefoglaló neve. A revét többféle oxid, főként wüstit (FeO), hematit (Fe₂O₃) valamint magnetit (Fe₃O₄) alkotja, ugyanakkor meg kell jegyezni, hogy ezeken kívül kisebb mennyiségben többféle vas-oxid is keletkezik az acél felületén: pl.: FeO₂, Fe₄O₅, Fe₅O₆, Fe₅O₇, Fe₂₅O₃₂, Fe₁₃O₁₉, vagy a Si-os minőségeken sokszor megjelenő fayalitos

reve (Fe₂SiO₄). A szobahőmérsékleten, főként elektrolit jelenlétében keletkező vas-oxidot rozsdának nevezzük, szerkezete porózusabb, főként Fe₂O₃, illetve FeO(OH) és Fe(OH)₃ szerkezetű. A reveréteg az esetek döntő többségében vizuálisan nem elkülönülő, hanem egybefüggő, de szerkezete az alapanyag irányába jelentősen változik, ezt mutatja az 1. ábra.

Különösen akkor változik a reveréteg összetétele, ha jelentős mennyiségű ötvöző illetve szennyezőanyag van az acélban. Az 1. ábrán bemuta-

tott 0,06% C, 0,45% Mn, 0,15% Cu, 0,06% Ni 0,07% Cr és 0,045% Al összetételű mintalemezen keletkezett reve három területének SEM-EDS analízise az 1. táblázatban feltüntetett összetételt eredményezte. Az ábrán jól látható, hogy az egyes elemek koncentrációja a felülettől az alapfém felé jelentősen változik. Általánosságban igaz az, hogy az alapfém felé haladva az oxigén mennyisége csökken, a vasé pedig nő, a többi elem koncentrációja pedig a reve keletkezése során jelen lévő oldhatóság változásának eredményeképp jött létre.

Dr. Mucsi András életrajzát a 2018/1. számban közzétük.

1. táblázat. Az 1. ábrán bemutatott reveréteg SEM-EDS területelemzésének eredményei (wt%), és a mérés hibája (wt%)

Terület	Fe	O	Cu	Mn	Cr
100	64,8 (1,52)	30,6 (3,05)	0,2 (0,03)	0,3 (0,04)	-
101	72,7 (2,03)	23,2 (2,73)	0,9 (0,05)	0,8 (0,06)	-
102	74,6 (2,00)	21,6 (2,64)	1,0 (0,06)	-	0,6 (0,04)

A reveréteg vastagságát, szerkezetét, tapadóképeségét valamint eltávolíthatóságát meleg és hideg állapotban a reve termomechanikus előléte, az alapfém kémiai összetétele és a keletkezés során jelen lévő felületi jelenségek befolyásolják, pl. az adott hengerlési szűrásban volt-e hidromechanikus revétlenítés [4–6]. A keletkező reveréteg későbbi viselkedését számos paraméter befolyásolja, melyek közül néhány tárgyalásra kerül.

2. A reve mennyisége és ennek gazdasági jelentősége

A szélesszalagok előállításánál nem csupán a reve által okozott felületi hibák jelentenek gazdasági problémát. A jelenleg precízen nem számszerűsített, csupán durván becsült leégési, revétlenítési és pácolási veszteségek valószínűleg nagyságrenddel nagyobb veszteséget okoznak. Ez utóbbi, a reve által okozott minőségi hibákkal szemben kvázi állandó és számolni is lehet vele, míg a minőséghibák rendszertelenül, előrejelezhetetlenül keletkeznek. A folyamatos öntés közben megszilárduló bramma felületi oxidációját jelen technológiai felkészültséggel csökkenteni nem lehet, az itt képződő reve 50–150 µm vastagságú.

A meleghengerműi hevítő kemencékben eddigi becsléseink és korábbi mérések [1] szerint kb. 0,6–1,6% leégési veszteség keletkezik. A bramma hevítése során folyamatosan keletkezik az ún. primer reve, mely sajnos a kemencetüzelés és atmoszféra alsó-felső kemencetérben való különbsége miatt különböző típusú és vastagságú revét hoz létre. A buga felső felületén a teljes reveréteg rajta marad egészen a kivételig, az alsó felületről pedig a reve egy része a kemencetérbe leesik. A leégési veszteség átlagosan

kb. 200–300 µm vastagságú reveréteg képződését jelenti, ez sok esetben jóval több, az üzemi tapasztalatok szerint a felső felületről eltávolított reveréteg milliméteres nagyságrendben van. Amennyiben sikerülne a leégési veszteséget csökkenteni pl. 20%-kal, éves szinten kb. 3000 t acéllal többet lehetne értékesíteni.

A buga kivétele után a 2016-ban telepített primer revétlenítő rendszer hivatott az első revétlenítés elvégzésére. A névlegesen 300 bar nyomással működő berendezés konstrukciós

és gépészeti problémák miatt csak jóval kisebb teljesítménnyel és nyomással működik. A buga görgősoron való haladása során elér az előnyújtóhoz, ahol a függőleges állvány által biztosított torló szűrás megtöri a primer revétlenítés óta keletkezett revét, majd a vízszintes állvány előtt az előnyújtói revétlenítő kollektor biztosítja a hengerlés előtti revementes felületet (2. ábra).

Az előnyújtás során minden egyes revétlenítésnél kb. 10–30 µm-es reveréteg eltávolítására kerül sor. Tekintettel arra, hogy minden revétlenítés anyagvesztéssel és az anyag hűtésével jár, az előnyújtási revétlenítés optimalizálása szükséges. A jelenlegi gyakorlat szerint az első három, majd minden páratlan szűrásban történik az előlemez revétlenítése [2]. Az előnyújtói szűrásokban képződő 10–30 µm

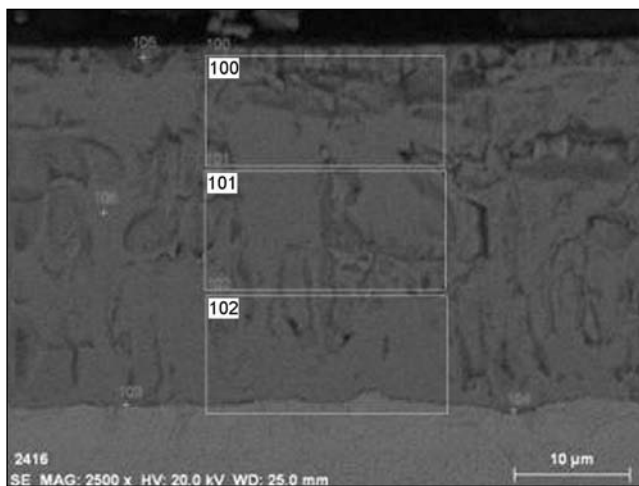
közötti revevastagságot tekintve a revétlenítésenkénti anyagvesztés kb. 0,4 kg/t. A revétlenítési veszteséget éves szinten kb. 4000 t-ra lehet becsülni.

A meleghengerműben keletkező vas-oxidokat összegyűjtik és a nagyolvasztóba visszajuttatják. Ez ugyan lehetővé teszi, hogy ne vesszen el a leégett anyag, viszont az így keletkezett anyagnak kétszeres gyártási költsége és kétszeres környezetszennyezése van (kétszer redukálták a vas-oxidot, tehát dupla kohói szén-dioxid kibocsátás

történik a termelés 1%-ánál).

Az előnyújtás után a Coil-boxban és az onnan való lecsévéelés során meglehetősen intenzíven revésedik az anyag. A készrehengerlő sor előtti revétlenítő gondoskodik az itt keletkezett reve eltávolításáról.

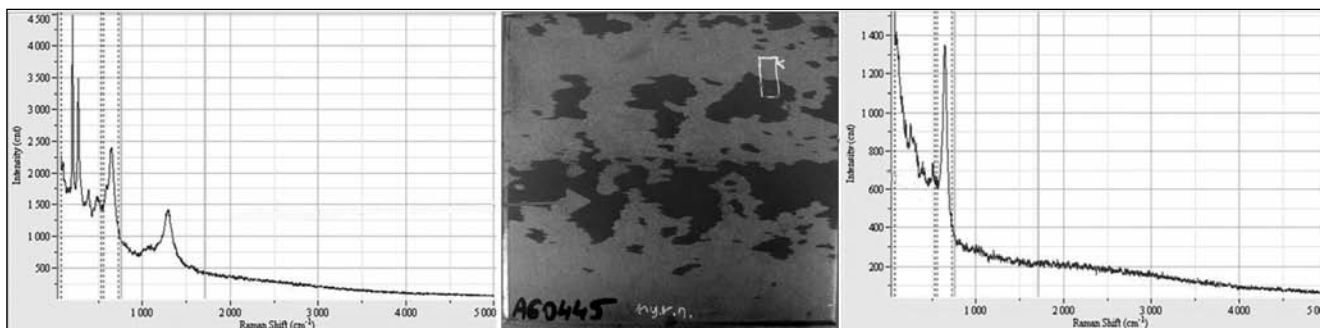
A készsoron keletkező reve, az ún. tercier reve vastagsága 6–20 µm között van, és átlagosan 3–4 kg/t veszteséget jelent, természetesen csak a hideghengerlési célú termékeknél. Ez az érték jóval nagyobb, mint az előlemez 1 t-jára vetített revétlenítési veszteség, hiszen a kész szalag felülete átlagosan 8–10-szer nagyobb, mint az előlemezé. Az átlagos évi 700–800 000 t-ás hideghengerműi termelést tekintve a tercier reve évente kb.



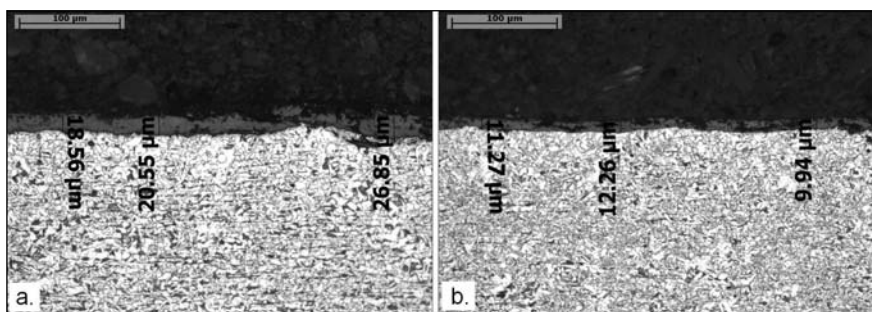
■ 1. ábra. Kb. 30 µm vastag reveréteg lágyacél lemezen és a három területelemzés helyzete



■ 2. ábra. Az előnyújtói függőleges állvány megtöri a revét a felületen



■ **3. ábra.** Jól elkülönülő hematitos (sötétszürke, bal oldali spektrum), és magnetites (világosszürke, jobb oldali spektrum) jellegű reve és Raman-spektrumai lágyacél mintalemezen



■ **4. ábra.** A 3. ábrán bemutatott revetípusok keresztmetszeti képe (a) hematitos, b) magnetites)

2800 t-val csökkenti az értékesíthető mennyiséget.

3. A reveréteg vizsgálati módszerei

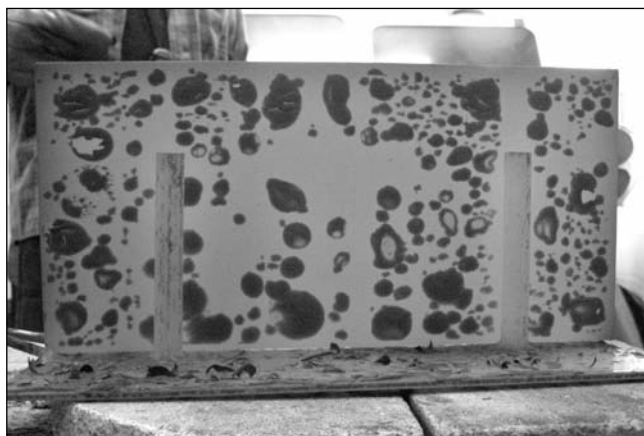
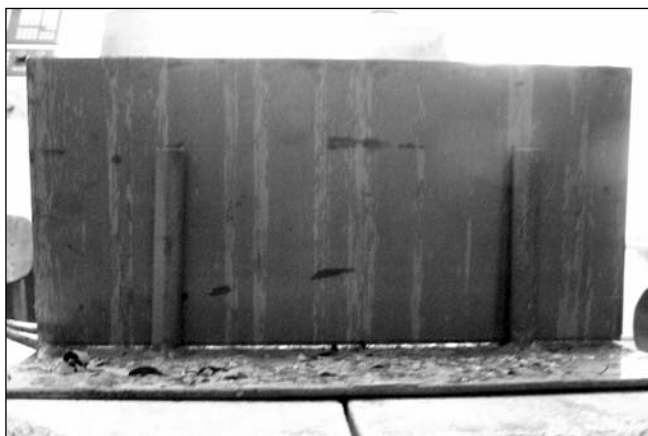
A reveréteg szerkezetét többféle módon is lehet vizsgálni. A belső kutatások során a reve típusának meghatározására a Raman-spektroszkópiát használják. A módszer lényege, hogy adott hullámhosszú lézertípust bocsátunk a felületre és a visszaverődő lézertípus spektrális elemzésével (frekvenciaspektrumának segítségével) következtetni lehet a jelenlévő molekulák típusára. Az eddigi elemzések során a Dunafer által gyártott szalagokon főként hematitos vagy

magnetites szerkezetű revét detektáltak. A 3. ábra egy olyan mintalemezt ábrázol, melyen jól láthatóan kétféle reve is jelen van. A két terület Raman-spektroszkópos elemzési eredményét az ábra mutatja.

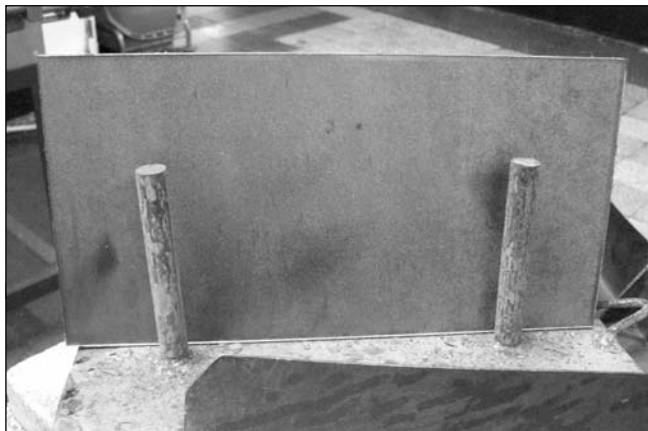
A reve szerkezetét hosszirányú metallográfiai csiszolaton is lehet vizsgálni, ezen főként a vastagsága, a vastagságirányú tagolódása és az esetleges rétegei látszódnak. Az elkészített csiszolaton pásztázó elektronmikroszkópos vizsgálattal a reveréteg kémiai összetétele, valamint a reve és az alapfém határfelülete, annak kémiai összetétele elemezhető. A 3. ábrán bemutatott kétféle revetípus vastagsága is különböző, ez látható 4a-b ábrákon.

4. Foltosodás – hólyagosodás jelensége: amikor a tapadó reve az előnyös

A lágyacél szalagok felületén lévő tercier reve viselkedése, tapadóképesége jelentős szerepet játszik a lemezek újbóli melegalakításakor valamint pácoláskor is. A tercier revét tartalmazó melegen hengerelt lemezek újbóli felmelegítésekor jelentkezhet az ún. foltosodás (sokszor hólyagosodásnak, vagy dudorosodásnak is nevezett) jelensége, mely a keletkezett reveréteg hólyagokban való felfújódását, majd kidurranását jelenti. A jelenség az 5. ábrán látható. A foltosodás röviden, nem minden részletre kitérve a következő jelenséget takarja. A lemez melegalakítási hőmérsékletre való felhevítése során a kemencetérben jelen lévő oxigén a revén keresztül az immáron ausztenites állapotú alapfém C-atomaival CO és CO₂ gázokat alkot. Amennyiben nem elegendően jól tapad a tercier reve és a kemencében képződött reve az alapanyaghoz, a keletkezett gázok hólyagok formájában felfújják a revét. Ettől a pillanattól kezdve a hólyag feletti reveréteg a felfújódás miatt vékonyodik, ugyanakkor



■ **5. ábra.** Foltosodásra hajlamos melegen hengerelt mintalemez



■ 6. ábra. Foltosodásra nem hajlamos magnetites revéjű mintalemez hevítés előtti és utáni állapotban



■ 7. ábra. A behengerelt revehiba leggyakoribb formája

a hólyag alatti alapfém oxidációja lelassul a kevesebb oxigén jelenléte miatt. A hólyag melletti rész viszont tovább revésedik, emiatt ezen a részen vastagabb reve keletkezik. Amikor kiveszik a kemencéből az előmelegített anyagot, a hólyagokat alkotó reve lehül, képlékenysége jelentősen lecsökken [3], a hőtágulás miatt pedig össze akar húzódní. A belül lévő gáznymás viszont tovább fújna fel a hólyagot, melynek eredménye az lesz, hogy a hólyag kidurran. A kidurran hólyag helyén sokkal vékonyabb a frissen képződő reveréteg, ami azt eredményezi, hogy melegalakítás során a szerszám nyomásának hatására ezeken a helyeken kitüremkedések jönnek létre. A felület tisztítása, bevonása, festése után a hólyagok helyén lévő foltok esztétikai problémát jelentenek. A probléma megoldását olyan tercier reveréteg létrehozása jelenti, mely nagyon jó tapadóképességű, és nem teszi lehetővé a hólyagok képződését. Ezt szilíciumötvözással értük el. A 6. ábrán látható Si-mal ötvözátt mintalemez hevítés előtti és hevítés utáni állapotban. A mintalemezen magnetites reveréteg volt jelen ellentétben az 5. ábrán bemutatott mintale-

mezzel, mely hematitos revét tartalmazott. A foltosodási problémák tehát a revetípus céltudatos módosításával elkerülhetők. Az ISD Dunafer Zrt. melegalakításra szánt lemezeinél a foltosodással kapcsolatos problémák az említett megoldás alkalmazása óta megszűntek.

5. Behengerelt reve – amikor a nem tapadó reve előnyös

A tapadó jellegű reve jelenléte az előbb említett alkalmazáson kívül gyakorlatilag minden egyéb esetben káros. A tapadó reve a szalagok pácolásakor eltávolítási nehézséget, lassított pácolást, ezzel termelésesökkenést eredményez. A meleghengerlés során pedig behengerelt revehiba kialakulásához vezethet. A behengerelt reve igazából egy gyűjtőfogalom, mely legalább 3-4 revehibatípust és ezek ugyanennyi gyökérokat és keletkezési körülményeit foglalja magában. A 7. ábra a leggyakrabban előforduló behengerelt revehibát mutatja.

6. Összefoglalás

A lágyacél szalagokon jelentkező revésedés a melegalakítás kísérőjelensége. Az ISD Dunafer-nél végzett vizsgálatok szerint a melegen hengerelt szalagokon lévő tercier reve nagyrészt hematitos, vagy magnetites jellegű. Wüstit, illetve a szilíciumos minőségekre jellemző fayalit ritkábban detektálható. Az eddigi kutatások azt mutatják, hogy a revésedés éves szinten 20-30 ezer tonna veszteséget jelent. A reveréteg vastagsága és típusa alapvetően meghatározza az acél melegalakításakor, valamint pácolása

során mutatott viselkedését. Ez a viselkedés céltudatos technológiai módosításokkal kézben tartható.

Köszönetnyilvánítás:

A szerző köszönetét fejezi ki a DLabor Kft.-nek az anyagvizsgálatok elvégzéséért. Ugyancsak köszönet illeti az ISD Dunafer Meleg- és Hideghenger-mű Kikészítő üzemeit a mintalemezek összegyűjtéséért.

Irodalom

- [1] Dénes Éva: A szilícium és nikkel együttes hatása a gyengén ötvözátt szerkezeti acélok reveképződési folyamatára, PhD-értekezés, BME, 2002.
- [2] Illés Péter, Kürtösi Ernő: Revehiba alakulása az ISD Dunafer Zrt. meleghenger-művében, ISD Dunafer Műszaki Gazdasági Közlemények 54., 2016. 12–20.
- [3] Hikaru Okada: Deformation Behavior of Oxide Scale in Hot Strip Rolling, NIPPON STEEL & SUMITOMO METAL TECHNICAL REPORT No. 111 MARCH 2016, 73–78.
- [4] Sergio de Oliveira Lima Júnior, Júlio Cezar Bellon, Paulo Antônio de Souza Júnior, Fernando Gabriel da Silva Araújo, André Barros Cota: Effect of Processing Parameters on Scale Formation During Hot Steel Strip Rolling, Materials Research. 2010; 13(1), 11–14.
- [5] Husein Abuluwafa: Scale Formation in a Walking-Beam Steel Reheat Furnace, Master thesis, McGill University, February 1992.
- [6] S. Chandra-ambhorna, T. Phadungwongb, K. Sirivedin: Effects of carbon and coiling temperature on the adhesion of thermaloxide scales to hot-rolled carbon steels, Corrosion Science 115 (2017) 30–40.

SZALVA PÉTER – ORBULOV IMRE NORBERT

A vákuumos kilevegőzés hatása a nyomásos alumíniumöntvények mechanikai tulajdonságaira

A nyomásos öntvények porozitása fontos kérdés, mert a darabok mechanikai tulajdonságait és a későbbi feldolgozást erősen befolyásolja. A tanulmányban bemutatott peremfeltételek mellett a porozitása 57%-kal csökkent a vákuumos kilevegőzés nélkül öntött darabokhoz képest. Ennek következményeként a mechanikai tulajdonságok szignifikánsan javultak. A porozitás csökkenését mikroszerkezeti vizsgálatokkal, a mechanikai tulajdonságok növekedését pedig szabványos körülmények között végzett mechanikai vizsgálatokkal igazoltuk.

1. Bevezetés

Az autóipar és az autóipari beszállítók több évtizedes kihívása a járművek tömegcsökkentése. Az 1990–2010-es időszak alatt a járművek átlagos tömege 10%-kal, miközben az üzemanyag fogyasztása 6-8%-kal csökkent [1]. Ennek legfőbb okai abban keresendők, hogy az öntés technológiája képes kielégíteni az alkatrészekkel szemben növekvő funkció-integritás igényét (bonyolult geometria). Továbbá, a könnyűfém ötvözetek alapanyagként szolgáltatnak kiváló feldolgozhatóságot, nagy korrózióállóságot [2]. Az Al-Si és az Al-Si-Cu öntészeti alumíniumötvözetek széles körben alkalmazott autóipari alapanyagok a jó önthetőségük és kedvező árak miatt.

Abban az esetben, ha a gyártott darabbal szemben nagy elvárás a felület kiváló minősége, az alakhűség és a geometriai méretpontosság, valamint a nagy darabszám, akkor a nyomásos öntés egy lehetséges válasz-

tás [3]. A nyomásos öntéssel előállított alkatrészek teherbírása jó, azonban a tömegtermelés alapját képező olcsó szilumin ötvözetek alakváltozóképesége erősen korlátos, így szerkezeti elemként történő használatuk nem elterjedt. Az ipari igények azonban ezeket is egyre inkább megkövetelnék.

A hidegkamrás nyomásos öntés technológiai megvalósítása során az olvadt fémet nagy sebességgel a formaüregbe juttatjuk, ahol az nagy nyomás alatt szilárdul. Az olvadék formaüregbe juttatásakor a turbulencia miatt gázok záródnak a fémbe [4]. A levegő-bezáródásokat a szerszám vákuumos kilevegőzéssel lehet csökkenteni. Azt a levegőmennyiséget, ami ezek után is az öntvényben marad, azt a szilárdulás közben a fémre ható nagy nyomás a lehető legkisebb méretűre nyomja össze [5]. Az így keletkező porozitás a darab mechanikai tulajdonságait rontja [6]. Ebből is következik tehát, hogy a darab geometriai kialakítása közvetlenül befolyásolja

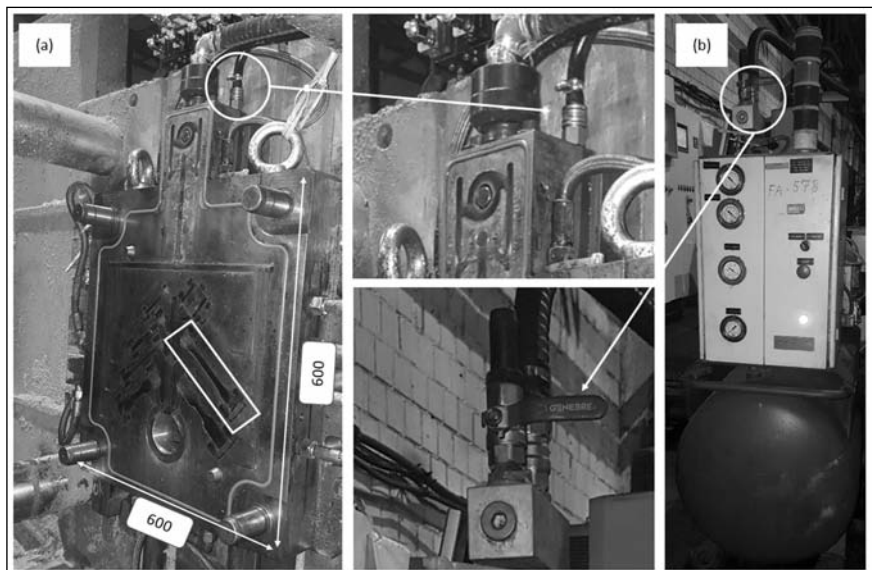
annak a minőségét [7]. A bezáródott gázok forrása többrétű, a szerszámba zárt levegőn túl a lefűjő anyag párolgása és a kenőanyagok égésterméke egyaránt lehetséges forrás. Járulékos nehézség a darab porozitásával, hogy öntést követően azonnal nem detektálható. Sokszor csak utófeldolgozás – mint oldó hőkezelés vagy hegesztés [8] –, során derül ki, hogy selejtet eredményezett. A porozitás csökkentésre a nyomásos öntés esetén egy lehetséges megoldás a vákuumos kilevegőzés.

A vákuumos kilevegőzés folyamatát az öntőgép öntési műveletének három fázisához igazodóan mutatjuk be. Az első fázisban a kamrába juttatott olvadékot a dugattyú kis sebességgel (0,2-0,5 m/s-mal) feltölti, és eljuttatja a töltőcsatorna és a formaüreg határára, a rávágásig. A második fázisban történik a nagy sebességű formatöltés 2-5 m/s-os dugattyúsebességgel. Végezetül a teljesen feltöltött formaüregben lévő fémre a dugattyú nagy utánnomást fejt ki. A vákuumos kilevegőzést egy vákuumszivattyúval elszívott tartályon és egy szerszámról rögzített vákuumszelepen keresztül valósítják meg. Az elszívás az első fázisban, a dugattyúnak a kamra betöltőnyílása előtt elhaladását követően indul meg. Az elszívás a töltés folyamán végig fennál, a szelepet a folyékony fém lezáródása zárja le [9]. Így a levegő nagy hányada eltávozik a formaüregből [10].

Ebben a tanulmányban azt vizsgáltuk, hogyan hat a vákuumos kilevegőzés nyomásváltoztatása az öntvény mechanikai tulajdonságaira. Az AlSi9Cu3(Fe) ötvözet mechanikai tulajdonságait vizsgáltuk és értékeltük ki a kétváltozós Weibull-analízissel [11]. Az öntvény próbatestek töretfelü-

Szalva Péter 2006-ban diplomázott a BME Gépészmérnöki Karán, 2008-ban szerezte meg a hegesztő szakmérnöki diplomáját. 2015-től dolgozik a Fémalk Zrt.-nél, fő feladata a vákuumos kilevegőzéssel támogatott vízszintes hidegkamrás nyomásos öntészet és alkalmazási területeinek technológiai fejlesztése. Ipari kutatóként az öntvények inhomogenitásainak a darab élettartamára gyakorolt hatását vizsgálja.

Orbulov Imre Norbert 2009-ben szerzett PhD-fokozatot a BME Gépészmérnöki Karán, majd 2018-ban szerezte meg az MTA doktora címet. Jelenleg az Anyagtudomány és Technológia Tanszék egyetemi tanára és az MTA-BME Lendület Kompozit Fémhabok Kutatócsoport vezetője. Kutatási területe a fémmátrixú kompozitok és fémhabok előállítása öntészeti eljárásokkal, valamint a kompozitok tulajdonságainak vizsgálata.



■ 1. ábra. a) az öntőszerszám; b) vákuumtámogató egység

1. táblázat. Az alapanyag kémiai összetétele [12]

Ötvözet	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Zn	Ti	Al
	%							
DIN226	9,70	0,72	2,60	0,32	0,29	0,79	0,08	Maradék

leteit fénymikroszkóppal és pásztázó elektronmikroszkóppal vizsgáltuk. A próbaöntés során az ötvözet kémiai összetétele változatlan volt, egyedül a formaüregbe zárt levegő abszolút nyomását változtattuk a teszt során.

2. Felhasznált anyagok és módszerek

2.1. A vizsgált ötvözet

A próbákat az AlSi9Cu3(Fe) (EN AC 46000, DIN226) alumíniumötvözetből öntöttük. Az ötvözet kémiai összetételét az 1. táblázat foglalja össze. Az ötvözetválasztás oka, hogy ez egy olcsó és széles körben tanulmányozott nyomásos alumíniumötvözet, de a vákuumos kilevegőzés hatása kevésbé ismert. A választott ötvözetnek kedvező mechanikai tulajdonságai vannak, de a szakadási nyúlás értéke öntött állapotban szabvány szerint kevesebb, mint 1%. A kedvező mechanikai tulajdonságokat a szilícium (~9%) és a viszonylag nagy (~3%) réz-ötvöztetés adja, valamint az utóbbinak köszönhető a kiváló keményítés lehetősége. Az alapanyag „K” tömbjeit földgáztüzelésű kemencében olvasztottuk. Az olvadátkot rotoros, nitrogén-gázos öblítéssel 6 percig kezeltük. Az öntés során egyetlen kezelt adagot

használtunk fel, amelyet egy automata adagolású ellenállás hevítésű hőtartó kemencéből adagoltunk.

2.2. A nyomásos öntőgép, az öntési paraméterek és a próbatest szerszám

A próbaöntést OMS 450-es típusú vízszintes hidegkamrás nyomásos öntőgéppel végeztük. Az öntőgép vezérlése adta a vákuumrendszert működtető jelet. A formaüregbe zárt gázokat a vákuumszelepen keresztül szívták el. A vákuumszelep egy VDS kinetikus szelep volt, amely közvetlenül csatlakozott a szerszám kilevegőzési rendszeréhez (1a ábra). A vákuumot egy külső egység szolgáltatta (1b ábra). A formaüreg nyomását a vákuumszelephez közvetlenül csatlakozó, de az elszívó cső csatlakozástól távoli helyen mértük, a csatlakozási pontot körrel jelöltük (1a ábra). A fojtószelep működésének eltérő hatását, amit az áramló közeg zavarására gyakorolhat és így a formaüreg nyomására, ezzel tudtuk kiszűrni. A kísérletben vizsgált három különböző nyomásértéket fojtószeleppel állítottuk be, amit körrel jelöltünk (1b ábra). A szerszámot egy zsinór alakú szilikongumi tömítéssel szigeteltük. A vákuum abszolút nyomás-értékét egy Thyracont VD81-es

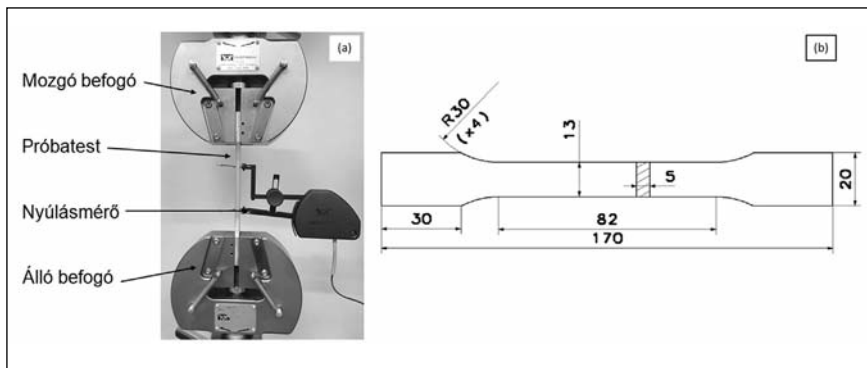
digitális nyomásmérő műszerrel mértük.

A próbaöntés során először a vákuumos kilevegőzés nélküli öntést végeztük el. A szerszám összegzett rávágási keresztmetszete 136 mm^2 , a közösített kilevegőzési rendszer keresztmetszete a vákuumszelep előtt 33 mm^2 . A vákuum kilevegőzéssel öntött tesztek során a formaüregbe 170 mbar, 90 mbar és 70 mbar-os abszolút nyomásértékeket állítottunk be. Minden egyes nyomásszinten 40 db csokrot löttünk, amiből az első 3 lövést technológiai okok miatt eldobtuk. A teszt során az olvadék hőmérsékletét 710°C -on tartottuk, a szerszámfeleket 180°C -os hőmérsékletre temperálták Tool-Temp TT-288-as típusú olajos hőszabályozó egységekkel. Az öntvénycsokor teljes térfogata a rávágási és kilevegőzési rendszerrel együtt $289,3 \text{ cm}^3$, a kamrában maradt levegő térfogata 517 cm^3 volt 39%-os töltöttségi fok mellett, 60 mm-es dugattyú keresztmetszettel. A dugattyú sebessége az első fázisban $0,5 \text{ m/s}$, a második fázisban $2,8 \text{ m/s}$ volt. A harmadik fázisban a fémre ható nyomás értéke 704 bar volt. Öntést követően a darabokat vízben hűtöttük, és szobahőmérsékleten hevertettük legalább 8 napig.

2.3. Az öntött szakítópróbatesszt

Az öntött darabok mechanikai tulajdonsága erősen változhat egyik ponttól a másikra, ezért a vizsgált próbatesszt egy kistérfogató öntött stancolt darab [13]. Az öntvények mechanikai tulajdonságai nagymértékben függenek az öntvény falvastagságától [14]. A munkában vizsgált próbatesszt vastagsága minden esetben 5 mm volt. A mechanikai tulajdonságokat Instron 5985-ös típusú mechanikus szakítógépen vizsgáltuk szobahőmérsékleten. Az elmozdulást finomnyúlás-mérő segítségével detektálták (2a ábra), a szakítási sebesség 1 mm/perc , a nyúlásmérő mérőhossza $L_0 = 50 \text{ mm}$ volt.

A szakítóvizsgálatot öntött, stancolt állapotban végeztük el további forgácsolás nélkül. A vizsgált próbatesszt geometriai viszonyait ábrával szemléltettük (2b ábra). Az osztósíki anyag-többletet finom csiszolópapírral távolítottuk el. A vizsgálatot az ISO 6892-1:2016 [15] szabvány alapján hajtottuk



■ 2. ábra. a) a szakítóvizsgálat elrendezése; b) a próbatest geometriája

végre, „D” típusú, 13×5 mm-es keresztmetszetű próbatesteken, „B” eljárással. Az öntvény oldalfala falferdeséggel rendelkezik, és 0,2 mm-es sarokrádiusszal, ezeket a keresztmetszet-számítás során figyelembe vettük. A próbatestválasztás oka továbbá, a Fémalk termékpalettáját is figyelembe véve, a lapos próbatest az öntvényecsokor legrepresentatívabb darabja a vizsgálati eredmények szempontjából.

2.4. Az öntvények minősítése

Az öntvények térfogati porozitását hidrosztatikus méréssel értékeltük ki, amit szabvány szerint hajtottunk végre BN-75/4051-10 [16]. Az öntvényeket megméri szárazon és vízbe merítve, a felhajtóerőből származó tömegkülönbséggel a próbatest sűrűsége, a következő összefüggéssel számolható (1) [17]:

$$\rho_s = \frac{m_{sz}}{m_{sz} - m_v} \rho_w \quad (1)$$

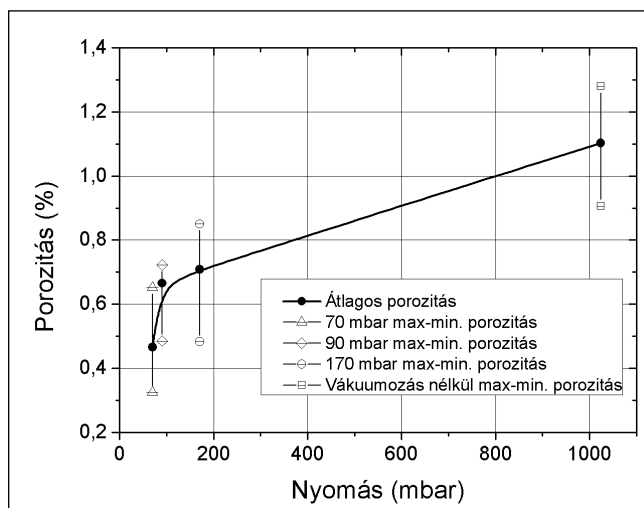
ahol ρ_s a próbatest sűrűsége (gcm^{-3}), ρ_w a víz sűrűsége (20°C -on $0,998 \text{ gcm}^{-3}$ az ITS-90 [19] alapján), m_{sz} a próbatest tömege szárazon m_v a próbatest tömege a vízben. A próbatest sűrűsége a porozitást is magában foglalja. Ezáltal, az adott próbatest porozitása a következő összefüggéssel számolható (2):

$$P = \left(1 - \frac{\rho_s}{\rho_{Al}}\right) 100\% \quad (2)$$

ahol P a porozitás (%), ρ_s a korábban számolt pró-

batest sűrűség (gcm^{-3}), ρ_{Al} az AlSi9Cu3(Fe) ötvözet sűrűsége $2,75 \text{ gcm}^{-3}$ az EN1706 [18] szabvány alapján, összetételből számolt sűrűsége $2,736 \text{ gcm}^{-3}$.

A darabokat szakítóvizsgálat előtt röntgenvizsgálattal is ellenőriztük. A próbatestek zsugor- és gázporozitását az ASTM E505 [20] alapján értékeltük. A darabok minősége minden esetben az 1-es (legjobb) osztályba esett a vastagság alapján szigorított, legvékonyabb darab vastagság esetében is. Ennek oka a röntgen berendezés Yxlon MU2000 felbontóképesége, a próbatestek térfogata és a vákuumtámogatás. A röntgenberendezéssel detektálható legkisebb hibaméret 0,2 mm. Ezért a röntgenvizsgálat eredményét előminősítésnek alkalmaztuk a tesztek során. A tanulmány elsősorban a porozitás típusú inhomogenitásokat vizsgálta, ezért az oxidzárványral terhelt darabokat kizártuk a kiértékelésből. Az öntvények mikroszerkezetét Olympus BX51M fénymikroszkóppal vizsgáltuk. A töretek felületét



■ 3. ábra. Az átlagos porozitás értéke a vákuumtámogatás függvényében

Zeiss Evo MA15 pásztázó elektronsugaras mikroszkóppal (SEM) [21], az anyagösszetételt energiadisziperzív röntgenspektrométerrel (EDS) [22] vizsgáltuk.

2.5. A mechanikai tulajdonságok meghatározása

A mechanikai tulajdonságokat a kétváltozós Weibull-analízissel értékeltük ki. A választott eljárás oka, hogy az öntvények szilárdsága a technológia sajátosságai miatt nagy szórást mutat [11]. Tehát pusztán az eredmények átlagát venni nem kielégítő, figyelembe kell venni azok szórását is. Az eloszlás a következő összefüggéssel írható le (3):

$$F(x; \alpha, \beta) = 1 - \exp\left[-\left(\frac{x}{\alpha}\right)^\beta\right] \quad (3)$$

ahol $F(x; \alpha, \beta)$ jelenti a valószínűséget, x az értékelni kívánt mechanikai tulajdonságot, β a Weibull-modulus, ami a (3) egyenlet átrendezésével és kétszeri logaritmizálásával a következő alakban írható (4):

$$\ln\{\ln[1/(1 - F(x; \alpha, \beta))]\} = \beta \ln x - \beta \ln \alpha \quad (4)$$

ahol β a kapott eloszlásra illesztett görbe meredeksége, x értékei a kísérletek során kapott mérőszámok, amelyeket növekvő sorba kell rendezni ($x_1 \leq x_2 \leq x_3 \leq x_n$). Végül az $F(x; \alpha, \beta)$ a kísérleti eredmények alapján a következő összefüggéssel írható le (5):

$$F(x; \alpha, \beta) = (i - 0,3)/(N + 0,4) \quad (5)$$

ahol i a rendezett mérési sor valamelyik eleme, N a mérések darabszáma [23].

3. Eredmények és elemzésük

3.1. A vákuumos kilevegőzés hatása a porozitásra

Az AlSi9Cu3(Fe) alumíniumötvözetből vákuumos kilevegőzéssel és anélkül gyártott próbatestekből 20 darab öntvényt választottunk. A vákuumos kilevegőzés nélküli, valamint 170 mbar, 90 mbar és 70 mbar abszolút nyomáson gyártott

darabok röntgeneredménye 1-es szintnek felelt meg, ez jó minősítés. Idegen anyagot, nagyméretű zsugor- és gázporozitást nem detektáltunk. A 20 előmintából véletlenszerűen 15 próbatestet szakítottunk el.

A hidrosztatikus mérés alapján átlagolt értékeket nyomásszintenként ábrázoltuk (3. ábra). A vákuum hatására nemcsak a porozitás csökkent, hanem azok homogén eloszlást mutattak a röntgenfelvételek alapján.

Az átlagos porozitásértékekre illesztett görbe a 80-100 mbar-os nyomástartomány alatt erős csökkenést mutat.

3.2. Mechanikai tulajdonságok

Három meghatározó mechanikai mérőszámot vizsgáltunk egytengelyű szakítóvizsgálattal, és értékeltük ki Weibull-analízissel, nevezetesen az egyezményes folyáshatár ($R_{p0,2}$), a szakítószilárdság (R_m), és a szakadási nyúlás (A) értékeit. A kapott eredményeket táblázatban (2. táblázat) foglaltuk össze 50%-os és 95%-os megbízhatósági szinteken, összehasonlításként a legelső sorban a szabvány szerinti minimum értékeket tüntettük fel.

Az eredmények vizsgálata közben megfigyeltük az egyes megbízhatósági szinten számolt folyáshatárértékek minimális különbségét, ami a kis szó-

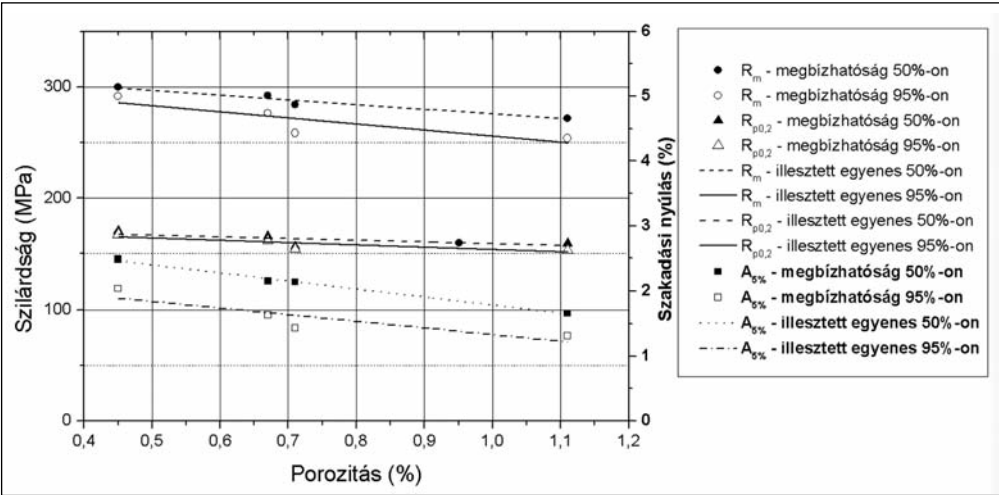
rással magyarázható. Továbbá, a porozitásgörbén a 90 és 70 mbar között, jelentős szilárdság- és nyúlásértéknövekményt tapasztaltunk. A kapott mechanikai mérőszámokat a porozitás függvényében ábrázoltuk (4. ábra), így függetleníve a vákuumtámogatás értékétől, mint technológia paramétertől.

Az 50%-os és 95%-os megbízhatósági szinten kapott pontokra egyeneseket illesztettünk, ami az alábbi egyenlettel írható le (6):

$$y = mx + b \tag{6}$$

ahol y az adott mechanikai tulajdonság, m a görbe meredeksége, x a porozitás értéke, b a mechanikai tulajdonság teoretikus értéke 0% porozitásnál.

Az egyenesek egyenletei érvényesek a 0,4%-os porozitásnál nagyobb és 1,2%-os porozitásnál kisebb tarto-



■ 4. ábra. Mechanikai tulajdonságok a porozitás függvényében, különböző megbízhatósági szinteken

mányban az eddig elvégzett kísérletek alapján. Továbbá, az adott alumínium-ötvözetre és természetesen öregített állapotban. Az egyenesek paramétereit táblázatban foglaltuk össze (3. táblázat).

A porozitás jelentősen befolyásolja az AlSi9Cu3(Fe) ötvözet mechanikai tulajdonságait. A vákuumos kilevegőzés jelentősen csökkenti a porozitás mennyiségét és javítja a mechanikai tulajdonságokat.

3.3. A próbatest mikro- és makroszerkezete

A mechanikai tulajdonságok számottevően növekedtek 80-100 mbar-os abszolút nyomástartomány alatt. A szilárdságnövekmény a vákuumos kilevegőzés hatására következik be. Ennek igazolására az ötvövényekből készült csiszolatokat szemcseszerkezet-vizsgálatnak vetettük alá, a töretek repedés kiindulási pontját pásztázó elektronmikroszkóppal vizsgáltuk. Az AlSi9Cu3(Fe) ötvözet vákuumos kilevegőzés nélküli, valamint vákuumos kilevegőzéssel gyártott próbatestek azonos pontjából származó csiszolati képen (5. ábra) jól látható, hogy a szemcseszerkezet átlagos mérete és alakja nem mutat különbséget. A szemcseszerkezet méretét a másodlagos dendritágtávolsággal, az alakját pedig a dendritek morfológiájával minősítettük. A csiszolati képen látható, az ötvözet kémiai összetételével egyezően a jellemző fázisok a világosszürke α -Al, és a szemcsék határán a szürke, lemezes eutektikum. Az α -Al alumíniumban gazdag fázis, az eutek-

2. táblázat. Az AlSi9Cu3(Fe) mechanikai tulajdonságai különböző nyomásszinteken

Nyomás (mbar)	$R_{p0,2}$ (MPa)		R_m (MPa)		A (%)	
	R 50%	R 95%	R 50%	R 95%	R 50%	R 95%
70	170,3	167,2	299,8	291,6	2,49	2,04
90	165,6	161,7	292,2	276,3	2,16	1,63
170	156,5	154,0	283,9	258,4	2,14	1,43
Légköri	159,2	152,9	271,6	253,7	1,66	1,31
EN1706 szerint	140	140	240	240	< 1	< 1

3. táblázat. Az AlSi9Cu3(Fe) mechanikai tulajdonságai különböző nyomásszinteken

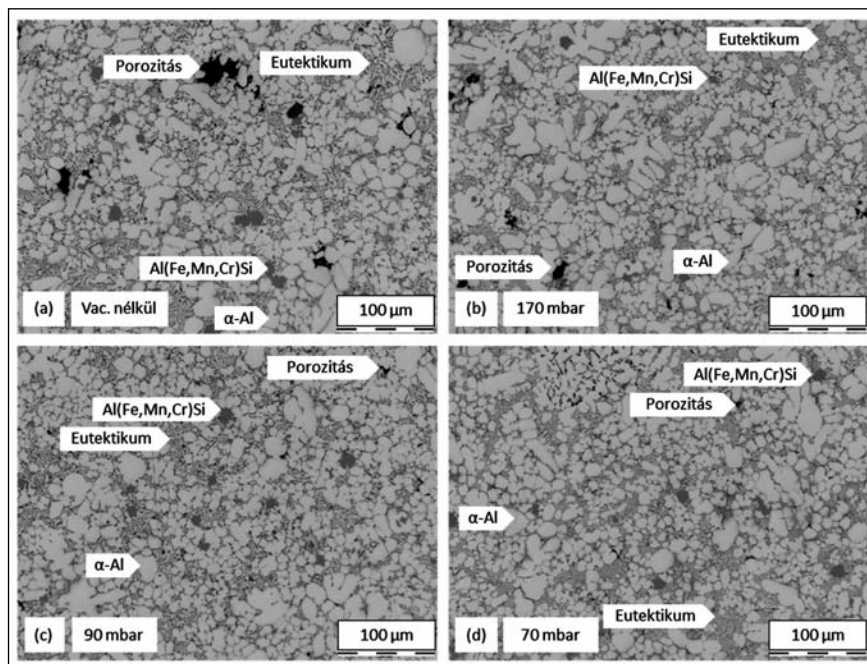
Paraméterek	$R_{p0,2}$ (MPa)		R_m (MPa)		A (%)	
	R 50%	R 95%	R 50%	R 95%	R 50%	R 95%
b	174,3	174,1	318,3	310,2	3,02	2,35
m	-15,5	-20,6	-42,7	-54,6	-1,24	-1,02

tikum α -Al és szilícium lemezes szerkezetű elegye. Az α -Al dendritesen, az eutektikum finom lemezes struktúrában kristályosodott. A csiszolatokon felismerhető még egy sötétszürke, polygonálisan kristályosodott fázis, ez a Al(Fe,Mn,Cr)Si intermetallikus vegyület. A csiszolati képeken továbbá jól látható a hidrosztatikus mérésel is igazolt térfogati porozitáscsökkenés. Ez a porozitás méret és darabszám csökkenésével, továbbá azok homogén eloszlásával is igazolható. A porozitások átlagos mérete vákuumos kilevegőzés nélkül $0,391 \pm 0,215$ mm, vákuumos kilevegőzéssel 170 mbar-on, $0,327 \pm 0,170$ mm, 90 mbar-on $0,283 \pm 0,123$ mm, és 70 mbar-on $0,223 \pm 0,055$ mm.

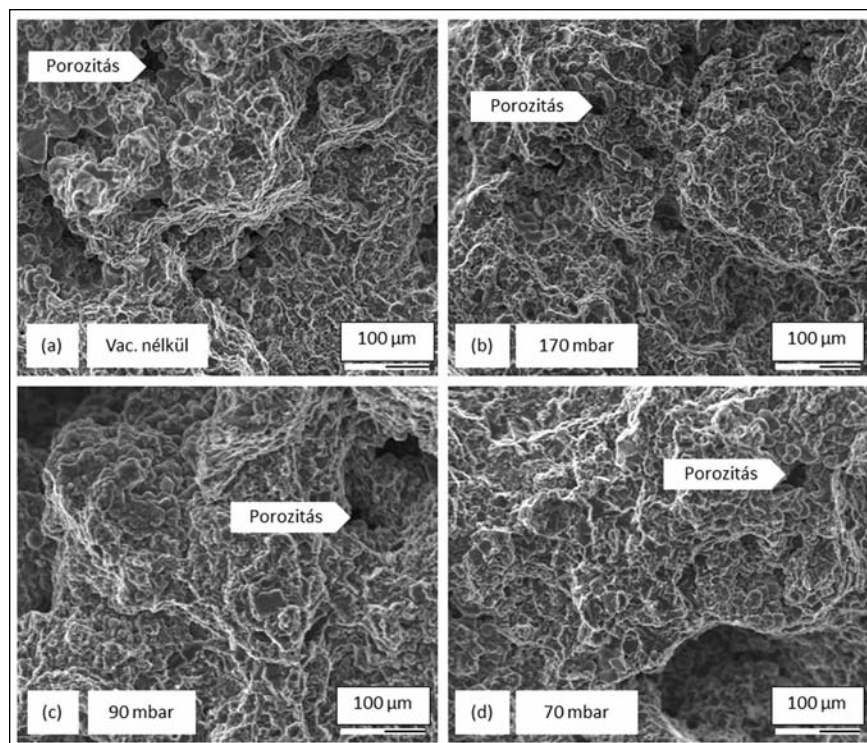
Azokat a darabokat, amelyek töre szabad szemmel is jól látható alumínium-oxid hártát tartalmazott, kivettük a kiértékelésből, mert a jelen tanulmány célja a porozitás hatásának a vizsgálata.

A töretfelületi repedés kiindulási pontját pásztázó elektronmikroszkóppal vizsgáltuk. Az alumínium fémes kötésű, lapon középpontos kockarácsba rendeződik, ami a legképlékenyebb köbös rács, olvadáspontja 660°C . A nagy mennyiségű ($\sim 9\%$) szilícium eutektikumot képez az alapfémvel, ami az adott ötvözet legalacsonyabb olvadáspontját ($\sim 580^\circ\text{C}$), és a legkisebb szilárdulási zsugorodását biztosítja az ötvözetnek. A szilícium nagy keménységű, gyémántráccsal rendelkező elem, olvadáspontja 1414°C . Az ötvözet töretfelülete, a két fő ötvözőre szobahőmérsékleten jellemző sajátosságot mutat, képlékeny és ridegtöret együttese, ami hasadásos töretet eredményez (6. ábra).

A porozitások környezetének alapos tanulmányozása közben arra a megfigyelésre jutottunk, hogy azok mérete és mennyisége mellett az alakjuk is változik az abszolút nyomásszint változtatása közben. Míg vákuumos kilevegőzés nélkül a zsugorodási és gázporozitások egyaránt jelen voltak, addig ezek vákuumos kilevegőzése hatására már csak zsugorodási porozitások formájában voltak felismerhetők. A töreteken vizsgált zsugorodási üregek belseje szabálytalan (7. ábra), az éles élek az eutektikum, a gömbölyű formák az alumínium dendritáinak a jelenlétére utalnak.



■ 5. ábra. Az öntvénycsiszolatok mikroszkópi felvétele különböző nyomásszinteken: a) Légtörő nyomáson; b) 170 mbar-on; c) 90 mbar-on; d) 70 mbar-on



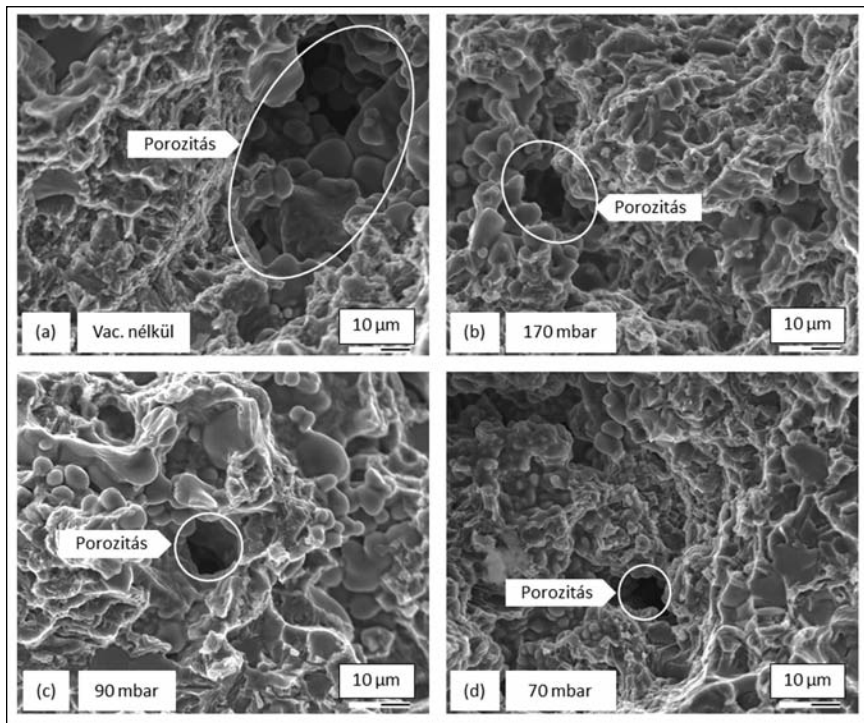
■ 6. ábra. A töretfelületek SEM-képe a különböző nyomás szinteken: a) Légtörő nyomáson; b) 170 mbar-on; c) 90 mbar-on; d) 70 mbar-on

4. Következtetések

Az AlSi9Cu3(Fe) ötvözetből vákuumozás nélkül, és vákuumos kilevegőzéssel gyártott nyomásos öntvény próbatesteken végeztünk szakítóvizsgálatokat, az ISO 6892-1:2016 szabvány szerint. A vákuumos kilevegőzés értékei 170 mbar, 90 mbar és 70 mbar

volt. Az öntvények mikroszkópos és szilárdságvizsgálata azt igazolta, hogy a vákuumos kilevegőzés csökkenti az öntvények porozitását, ami ezen keresztül javítja az öntvények szilárdsági és szakadási nyúlási értékeit.

A tanulmányban közölt adatok alapján az öntvény porozitása vákuumozás nélküli öntött darabokon



■ 7. ábra. A porozítások környezete nagy felbontású SEM-képeken a különböző nyomásszinteken: a) Vákuumozás nélkül; b) 170 mbar-on; c) 90 mbar-on; d) 70 mbar-on

1,10%-os mért értékről 0,47%-ra csökkent 70 mbar-os vákuumos kilevegőzéssel öntött darabok esetén, ami 57%-os csökkenés. Ennek hatására a porozítások átlagos mérete csökkent, a mechanikai tulajdonságok javultak az azonos vastagságú próbatesteken. A szilárdsági és nyúlási értékek javulása 0,4%-os porozításon, az illesztett egyenes alapján: egyezményes folyáshatár 159,2 MPa-ról 170,3 MPa-ra (7%-os javulás), szakítószilárdság 271,6 MPa-ról 299,8 MPa-ra (10%-os javulás), szakadási nyúlás 1,66%-ról 2,49%-ra (50%-os javulás).

A legkisebb nyomású vákuumos kilevegőzéssel öntött darabok SEM-képe azt mutatta, hogy a tönkremenettel helyén talált porozítások jellemzően zsugorodásból származtak.

Köszönetnyilvánítás

A kísérletek megvalósításában nyújtott segítségért köszönetet mondunk a FÉMALK Zrt.-nek.

Irodalom

- [1] G. Tyler Miller, Jr., Scott E. Spoolma: Living in the Environment, (Cengage Learning, 2011), pp. 396
- [2] Dobránszky J., Bernáth A., Orbulov I.: Magnézium: a fém, mely nagyon

könnyű, de fontosnak találtatt (1–2. rész) BKL Kohászat, 2005. 5. sz., 33–40.

- [3] Jorstad, J. & Apelian, D.: Pressure Assisted Processes for High Integrity Aluminum Castings, IJMC, 2/1. 19–39.(2008)<https://doi.org/10.1007/BF03355420>
- [4] Léránth Gábor, Barkóczy Péter: Nyomásos öntvények vizsgálata, Anyagmérnöki Tudományok, 37. kötet, 1. szám (2012.), 277–284.
- [5] Dúl Jenő: Nyomásos öntészeti ismeretek, (TÁMOP-4.1.2-08/1/A-2009-0001) 20–62. https://www.tankonyvtar.hu/hu/tartalom/tamop425/0001_1A_A4_05_ebook_nyomasos_onteszeti_ismeretek/A4_05_nyomasos_onteszeti_ismeretek.pdf
- [6] A. Zyska, Z. Konopka, M. Lagiewka, M. Nadolski: Porosity of Castings Procedure by the Vacuum Assisted Pressure Die Casting Method, Foundry Engineering, 1. 125–130. (2015)
- [7] Jenő Dúl, Zsolt Leskó: Effect of composition and wall thickness on mechanical properties of high pressure die castings, Material Science Forum Vols. 790–791, 2014., 241–246.
- [8] Szalva Péter: Vákuumöntésű nyomásos alumínium alkatrészek fo-

gyóelektródás, védőgázos hegesztése, BKL Kohászat, 2018. 1. sz., 14–18.

- [9] Y. Wen-bo, Y. Zi-hao, G. Zhi-peng, X. Shou-mei: Characterization of A390 aluminum alloy procedure at different slow shot speeds using vacuum assisted high pressure die casting, Transactions of Nonferrous Metals Society of China, 27/12. 2529–2538. (2017)
- [10] X.P. Niu, B.B. Hu, I. Pinwill, H. Li: Journal of Materials Processing Technology, 105, 119–127 (2000)
- [11] John Campbell, Castings (Butterworth-Heinemann, Oxford, 2003) 314–318.
- [12] Dr.-Ing. Werner Hesse: Key to Aluminium Alloys (Aluminium-Verlag, Düsseldorf, 2008) p. 88.
- [13] Abdel Illah Nabil Kortí, Said Aboudi: Effects of Shot Sleeve Filling on Evolution of the Free Surface and Solidification in the High-Pressure Die Casting Machine, IJMC, 11/2. (2017) DOI 10.1007/s40962-016-0051-5
- [14] Leskó Zsolt, Dúl Jenő: Az összetétel és a falvastagság hatása a nyomásos öntvények mechanikai tulajdonságaira, BKL Kohászat, 2013. (146. évf.) 5–6. sz. 14–19.
- [15] ISO 6892-1:2016: Metallic materials – Tensile testing – Part1, Method of test at room temperature, (2016)
- [16] BN-75/4051-10: Porosity of Casting by hydrostatic weighing, (1975)
- [17] Z. Shiwei, S. Kun, H. Feng, Z. Fan: A new dropper-type gas flow measuring method based on weighing principle, Vacuum, 145. 203–208. (2017)
- [18] EN 1706:2013-12: Aluminium and aluminium alloys – Castings: Chemical composition and mechanical properties, (2013)
- [19] ITS-90 Density of Water Formulation for Volumetric Standards Calibration, Journal of Research of the National Institute of Standards and Technology, 97, 3, 336–340. (1992)
- [20] ASTM E505-15: Standard Reference Radiographs for Inspection of Aluminum and Magnesium Die Castings, (2015)
- [21] M. Wicke, A. Brueckner-Foít, T. Kristen, M. Zimmermann, F. Buel-

- buel, H.-J. Christ*: Near-threshold crack extension mechanism in an aluminum alloy studied by sem and X-ray tomography, *International Journal of Fatigue*, 113. 87–98. (2018)
- [22] *Asghar Azizi*: Investigation the controllable factors influencing the weight loss of grinding ball using

- SEM/EDX analysis and RSM model, *Engineering Science and Technology, an International Journal*, 18. 278–285. (2015)
- [23] *C. Hanxue, H. Mengyao, S. Chao, L. Peng*: The influence of different vacuum degree on the porosity and mechanical properties of aluminum die casting,

- Vacuum*, 146. 278–281. (2017)
- [24] *Kittiphan Bangyikha*: Effect of Oxide film, Fe-rich phase, Porosity and their Interactions on Tensile Properties of Cast Al-Si-Mg Alloys (PhD thesis of the Faculty of Engineering of The University of Birmingham, 2005) pp. 45.

50 éves a Ganz Ábrahám Öntödei Gyűjtemény, a volt Öntödei Múzeum

Szeptember 27-én ünnepre készülődött a magyar öntész társadalom, az 1969. szeptember 24-én megnyitott Öntödei Múzeum félévszázados jubileumára.

Mások mellett elsősorban *Kiszely Gyula* technikatörténész érdeme, hogy Buda közepén megmenekült a lebontásra ítélt Ganz Törzsgyár kéregkerék-öntődéje, s mintegy öt éves előkészítő munka után, az épületet ipari műemlékké nyilvánítva és az eredeti berendezések javát ugyancsak védett műemlékként megőrizve, létrehozták Közép-Európa első öntödei múzeumát. Egy olyan szakmúzeumot, amelynek egy több mint 150 éve épült, a kor úttörő megoldásait alkalmazó ipari csarnok ad otthont, s amely végig öntödeként működött, nagyrészt a gyáralapító *Ganz Ábrahám* eredeti technológiáját alkalmazva.

A múzeum néhány nappal korábbi, műszaki okok miatti kényszerű bezárása következtében az ünneplésre érkező mintegy 120 vendég a múze-

um kertjében gyülekezett (1. kép). A Bányászhimnusz harangjátéka adott jelt a kezdésre, majd *Boross Péter* és *dr. Ládai Balázs* cantus praeseként intonálták a vendégköszöntő nótát. *Dr. Hatala Pál* egyesületi elnökünk nevében, távolléte miatt *dr. Lengyel Károly* üdvözölte a megjelenteket s vezette le az ünnepséget. Név szerint is köszöntötte *dr. Peter Burkhardt*, Svájc magyarországi nagykövetét, *Ernyey Lászlót*, a II. ker. Polgármesteri Hivatal tanácsnokát, *dr. Németh Györgyit*, a TICCIH (Ipari Örökség Megőrzésével Foglalkozó Nemzetközi Bizottság) Magyar Szakbizottsága elnökét, *Nagy Gergelyt*, az ICOMOS (Műemlékek és Műemlékhelyszínek Nemzetközi Tanácsa) Magyar Nemzeti Bizottsága elnökét és *Kovács Sándort*, a Magyar Öntészeti Szövetség elnökét (2. kép).

Elsőként *Maderspach Kinga* kapott szót, aki úkapjáról írt könyvére hívta fel a jelenlevők figyelmét. *Maderspach Károly* 1823-tól 1849-ben bekövetkezett tragikus haláláig az egyik fontos

erdélyi kohászati üzem, a Ruszka-bányai Vasmű társtulajdonosa volt.

Ezt követően *dr. Peter Burkhard* köszöntötte a jelenlévőket, bevezető szavait *Lathwesen László* tolmácsolta. A beszéd további részét *dr. Lengyel Károly* olvasta fel magyarul. A nagyköveti beszéd utalt a két ország több évszázadra visszavezethető kapcsolatára, s a hazánkban megtelepedett híres svájciak munkáját méltatta, részletesebben szólva Ganz Ábrahám tevékenységéről, sőt a Ganz cég és a tiszteletbeli konzulnak kinevezett *Ulrich Keller* kapcsolatáról. Fontosnak tartotta megemlíteni, hogy jelenleg is több mint 300 svájci cég tevékenykedik hazánkban, hozzájárulva a magyar gazdaság eredményeihez, ápolva a két ország közötti kapcsolatokat.

A köszöntők sorában *dr. Németh Györgyi* következett, aki felolvasta *dr. Miles Oglethorpe*-nak, a TICCIH igazgatójának *dr. Hatala Pál*hoz írt levelét. A levélben az a határozott óhaj fogalmazódik meg, hogy az Öntödei Mú-



■ 1. kép. Az ünnepség színhelyén, a múzeum kertjében



■ 2. kép. A vendégek az első sorban: *Ernyey László*, *Lathwesen László* mellett *dr. Peter Burkhard* és munkatársa. Háttal *Ráday Mihály* és *dr. Németh Györgyi*

zeum, amely az ipari örökségek „in situ”, helyben való megőrzésének egyik legszebb példája, a jövőben is ipari szakmúzeumként, változatlan formában szolgálja az érdeklődőket.

Nagy Gergely üdvözlő szavaiban azt fejtette, hogy különös kötelesség és felelősség megőrizni az olyan kulturális örökségeket, amelyek műemlékek, de a műemlékekben szellemi örökség is jelen van. Az Öntödei Múzeum Budapest, de az ország ipartörténetének is olyan jeles épülete, amely védett ipari műemlék és mögötte van, de inkább benne testesül meg Ganz Ábrahám szellemi öröksége.

A köszöntések után *Lengyelne Kiss Katalin* tartotta meg eredetileg vetített-képesnek szánt előadását 50 éves Közép-Európa első öntészeti szakmúzeuma címmel. Bevezetőjében felelevenítette Ganz Ábrahám és *Mechwart András* alakját, akiknek alapítóként, ill. feltalálóként és zseniális menedzserként elévülhetetlen érdemeik vannak a világszerte ismert Ganz vállalatbirodalom létrehozásában. Még ma is, az alapítás után 175 évvel közel harminc cég viseli a Ganz nevet. A továbbiakban Kiszely Gyulát méltatta, aki megszállottan elkötelezett emberként harcolt a múzeum épületének megmentéséért és múzeumként való működtetéséért.

Az előadás további része rövid, korántsem teljes összefoglalója volt a múzeum elmúlt ötven évének. Lehetetlenség ismertetni azt a sok rendezvényt, kiállítást, kiadványt, ami a múzeumhoz köthető. Csak a legfontosabbak: megújult az állandó kiállítás hét egysége, mintegy száz időszakos kiállítás volt, ezek közül kettő a környező országok számos múzeumában is bemutatkozott vándorkiállításokként; emlékeztetéseket voltak a harangtörténeti anekdoták, a Múzeumi Majálisok és a Múzeumok Éjszakája programjai, a különböző találkozók, vetélkedők, múzeum-pedagógiai foglalkozások, kulturális bemutatók. A kerek évfordulókra a tevékenységet összefoglaló kiadványok jelentek meg, s feltétlenül meg kell említeni az Öntödei Múzeumi Füzetek című periodika mintegy

húsz számát. A harmincadik évfordulóra alapos, s tegyük hozzá, elodázhatatlan felújításon esett át a múzeum, beleértve a tető felújítását és a tetőszerkezet lángmentesítését, a belső festést, a pincészet kitakarítását és páratlanítóval való felszerelését stb. A 40. évfordulót pedig már műemlék jellegű kerítéssel védett telken álló, felújított külső homlokzatú épületben sikerült megünnepelni.

Mindez nem valósulhatott volna meg, ha nincs egy elkötelezett, dolgozni kész kollektíva, ha nincs vállalati támogatás amellett, hogy több mint hatvan eredményes pályázat volt, ha nincs önzetlen baráti kör, amelynek tagjai mindig készek voltak a segítségre, s ha nincs egy olyan szakmai közösség, mint a művészi öntöttvas tárgyak gyűjtőinek köre. Köszönet illet mindenkit, akinek támogatása segítette a programok megvalósulását!

Reméli, hogy az ötven év alatt megféleltek Kiszely Gyula hármass elvárásának:

- sikerült megőrizni Ganz Ábrahám ipari műemléki öntödéjét;
- sikerült gyarapítani és feldolgozni öntészeti iparunk relikviáit, s ezeket a szakmai közösségen kívül a nagyközönségnek is bemutatni;
- s talán sikerült néhány fiatalnak a figyelmét felhívni egy nehéz, de szép és alkotó munkát biztosító szakmára.

Ha Selmec hív, mi ott leszünk. Közismert dalunknak ezzel a sorával fejezte be előadását, vagyis ha a tervezett felújítás után szükség lesz a múzeum támogatóinak szakértelmére, tapasztalatára és munkájára, ké-

szek vagyunk, reméljük, megszólítanak bennünket.

Az előadás után a cantus praese-sek vezényletével énekeltük el az Öntésznótát.

Az ének után Lathwesen László, az Öntésztörténeti és Múzeumi szakcsoport elnöke méltatta az elődök, a múzeum alapításánál közreműködők, a korábbi vezetők és munkatársak, a munkát segítő szakosztályi tagok és önkéntes segítők munkáját, az egyéni és vállalati támogatók anyagi segítségét.

A számukra megítélt emléklapot *dr. Fegyverneki György*, az OMBKE Öntészeti szakosztály elnöke és Kovács Sándor adta át, az elismerésben részesülőket *dr. Lengyel Károly* szövegírte.

A múzeum alapításánál közreműködők közül emléklapot kapott *Mikusz Károlyné, dr. Vörösné dr. Faragó Elza, Boros Árpád, Kovács László, dr. Pálissy Lajos és dr. Vörös Árpád*.

A múzeum működtetésében való közreműködésért emléklapot kapott volt vezetők és munkatársak: *Kóczián-né dr. Szentpéteri Erzsébet, dr. Bencze Géza, Lengyelne Kiss Katalin, Képes Gábor, Csibi Kinga, Demeter Ferenc, Csukásné Kővári Etelka, Eszéki Dániel, Géczi Dezső, Hajnal Jánosné, Huszics György, Kakas Géza, Káplán György, dr. Klug Ottó, Millisits Máté, Molnár István, Paraszky Gabriella, Sarvajcz Józsefné, Schudich Anna, Szántó András*.

Emléklapot kapott a jubileumra megjelent emlékkötet tördelője, *Faragó István*, a TANDEM Kiadó vezetője.

Az emléklapok kiosztását koszorúzás követte. A svájci himnusz elhangzása után Ganz Ábrahám szobránál *dr. Peter Burkhard*, Svájc magyarországi nagykövete, a magyar himnusz elénekzése után Kovács Sándor, a MÖSZ elnöke helyezte el a koszorút.

A múzeum falán elhelyezett emléktáblája előtt Kiszely Gyulát *dr. Harcsik Béla*, az MMKM Kohászati Gyűjtemény vezetője méltatta, a koszorút *dr. Fegyverneki György és Kovács Sándor* helyezte el (3. kép).



■ 3. kép. Kiszely Gyula domborművének megkoszorúzása

Az ünnepség végén a jelenlévők elénekelték a Bányászhimnuszt, a Kohászhimnuszt, és az OMBKE választmányának állásfoglalása szerint az Erdészhimnuszt. A himnuszok eléneklése után állófogadás teremtett alkalmat további beszélgetésre.

Az ünnepség létrejötte nem volt előzmények nélküli. Az OMBKE és a Magyar Öntészeti Szövetség támogatásával az év elején alakult egy szervezőbizottság, amely a múzeum illetékes vezetőivel úgy állította össze a jubileumi év programját, hogy az illeszkedjen a Közlekedési Múzeum lebontása miatt megváltozott helyzethez, nevezetesen, hogy a múzeum az MMKM időszaki kiállításainak is helyet adó intézményként működik.

Oldódni látszott az a merev elzárkózás is, amely megfosztott bennünket attól, hogy a korábban „szentélyként” tisztelt épületben vezetőségi és szerkesztőbizottsági ülést, szakmai rendezvényt tarthassunk. Önkéntesként is számítottak a munkánkra, igaz, hogy ehhez szerződést kellett kötnünk, amelynek feltétele erkölcsi bizonyítvány beszerzése volt.

Úgy gondolom, igyekeztünk megfelelni az elvárásoknak. Tárlatlátogatókat vezettünk, 15–20 önkéntes segítőnk működött közre abban, hogy a Múzeumok éjszakáján a több mint ötszáz látogató élményekkel gazdagabban távozzon a múzeumból, voltak ötleteink különböző programokra, kiállításokra is.

Az Öntészettörténeti és Múzeumi szakcsoport egy múzeumban tartott összejövetelén kívül ezekből idáig gyakorlatilag egy valósult meg, a rendelkezésre álló rövid idő ellenére – kizárólag vállalati támogatásból – Lengyelné Kiss Katalin szerkesztésében sikerült egy nívós, szép kiállítású, gazdagon illusztrált könyvet megjelentetni 50 ÉVES AZ ÖNTÖDEI MÚZEUM 1969–2019 címmel.

Sokként ért bennünket, hogy a múzeum műszaki okok miatt bezárt. Csak reménykedni tudunk, hogy a hibaok vagy okok elháríthatók, s belátható időn belül újra az érdeklődő látogatók rendelkezésére áll.

LK

25. Magyar Öntő Napok – 60 év az öntészet szolgálatában

Ismét nagy siker! Izgalmas közeljövő!

A 2019. október 11–13-án tartott konferencia valamennyi rendezvényének a herceghalmi ABACUS Hotel adott otthont.

A Magyar Öntészeti Szövetség (MÖSZ) és az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület (OMBKE) Öntészeti Szakosztálya szervezésében és lebonyolításában, magyar és angol nyelven tartották meg a 25. Magyar Öntőnapokat.

A rendezvény főbb adatai:

Regisztrált résztvevők száma:	210
(19 külföldi, 9 országból)	
Szakmai előadások száma:	40
Diákelőadások száma:	8
Cégismertető előadások száma:	5
Kiállítók száma:	14
Támogatók száma:	23
A középiskolások száma:	60
Gyárlátogatáson részt vettek száma	38

A fő támogató idén a Csaba Metál Zrt. volt. Kiemelt szponzorok voltak (abc sorrendben): FÉMALK Zrt., INDUCTOTHERM GROUP - EUROPE (UK) és NEMAK Győr Kft. Szponzorok voltak: ALBA METÁL 1991 Kft., ALU-ÖNTŐ Kft., ANTAMIK Kft., ASK Chemicals (A), CASTER Cégcsoport, CSEFÉM Kft., CSEPEL

METALL Vasöntöde Kft., EBA Kft., EURO-METALL Kft., Hüttenes-Albertus Chemische Werke (D), K+K VAS Kft., Lanik s.r.o. (CZ), MESSER Hungarogáz Kft., Miskolci Egyetem Műszaki Anyagtudományi Kar Öntészeti Intézet, NEMETECH Kft., Öntőgépszerviz Kft., Robotline Kft., Szegedi Öntöde Kft.

A megnyitó előtti szakmai délelőtti szerveztek az öntészeti szakirányú képzés jövőjének biztosításáért, az öntészet társadalmi elfogadottságának javításáért. A megjelent 60 középiskolai diák három szakiskolából érkezett, az ország különböző részeiből. A fiatalok két összefoglaló jellegű előadást hallgathattak meg: *Dr. Molnár Dániel* (ME MAK Öntészeti Intézet): „Öntvények gyártása és szimulációja”, majd *Pintér János Róbert* (Nemak Győr Kft.): „Nemak 15 – Egy életpályamodell a NEMAK Győr Kft.-ben” címmel. Az előadásokat követően *dr. Mende Tamás* (ME) nagy sikerű Anyagtudományi Scool-Túra interaktív bemutatóját tekinthették meg. A délelőtti program végén a Miskolci Egyetem Öntészeti Intézet oktatói és hallgatói már hagyományos formázási és öntési bemutatót tartottak a diákoknak

az ABACUS Hotel bejárata előtt – természetesen a diákok közreműködésével.

A középiskolásoknak tartott szakmai délelőtti egy időben a konferencia résztvevői közül 38-an gyárlátogatáson vettek részt a Csaba Metál Zrt. telephelyén, Békéscsabán és a Csaba-Cast Kft. Apci Gyárában.

A rendezvény szakkiállítás megnyitásával kezdődött, melyet a plenáris ülés előtt *dr. Szombatfalvy Anna*, az OMBKE főtítkárhelyettese nyitott meg. A kiállítói standokon az Antamik Kft. – ASK Chemicals (A) – Lanik s.r.o. (CZ) szervezetek, BL Metal Ltd (SLO), a Foundex Kft. (H), az Inductotherm Group/Europe Ltd (UK), a Nanotest H. Kft. (H), a Nemak Győr Kft., a NEMETECH Mérnökiroda Kft., a RESIN Kft. (H), a TEN Slovakia s.r.o., (SK) és a TP Technoplus Kft. (H) szakemberei fogadták az érdeklődőket.

A plenáris ülés levezetője *dr. Hatala Pál*, a MÖSZ ügyvezetője volt. A konferenciát *Kovács Sándor*, a MÖSZ elnöke nyitotta meg. Köszöntőt mondott *Erdősi László*, Herceghalom polgármestere, és *Kőrösi Tamás*, az OMBKE főtíkára.

A 25. Magyar Öntőnapok plenáris

előadásai az előadások sorrendjében az alábbiak voltak:

Dr. Hatala Pál: Megemlékezés – 60 éve tartották az első Magyar Öntőnapok rendezvényét; *Majoros Csaba* (Csaba Metál Zrt.): Hova tart a gépjárműipar? A piac várható trendjei; *Dr. Varga László* (Miskolci Egyetem): Az öntész duális képzés helyzete a Miskolci Egyetem Műszaki Anyagtudományi Karán.

A résztvevők a két rendező szervezet meghívására a kulturális program előtt pezsgős koccintással köszöntötték a 127 éves OMBKE-t és a 27 éves MÖSZ-t, ezt követően az iLLfon gT együttes tartott igen színvonalas retrokoncertet.

A rendezvény második napján már két szekcióban és diákszekcióban folytak az előadások.

A diákszekcióban a ME BSc és az MSc szintű egyetemi hallgatói kaptak előadási lehetőséget. Idén nyolc diák tartott előadást. A doktoranduszok a

szenior előadók között kaptak lehetőséget kutatási eredményeik bemutatására.

Este jó hangulatú, tradicionális öntész szakestélyt tartottak a konferencia résztvevői.

A rendezvény záróülésének vezetőjeként Kovács Sándor MÖSZ-elnök kiemelte, hogy a 25. Magyar Öntőnapok a várakozásokat megfelelően sikeresen zajlott le, az előadók témaválasztása és témafeldolgozásának szakszerűsége magas színvonalú volt. Külön kiemelte, hogy az előadásoknak ez alkalommal is több mint felét a termelő társaságoknál dolgozó fiatal szakemberek tartották, a jelenlévők általános megelégedésére.

Hagyománnyá vált, hogy a konferencia előadásai közül a legjobbaknak „Kiváló Szakmai Előadás” címetek ítélnék oda a szekcióelnökök.

Idén a fő szponzor, a Csaba Metál Zrt. a „25. Magyar Öntőnapok Kiváló Szakmai Előadása” címmel a „felnőtt”

előadók közül díjazta *Nyeste Viktort* (Hanon Systems Hungary Kft.) „Különleges nyomásos öntészeti eljárások gyakorlati alkalmazása” című előadásáért. A díjat Majoros Csaba ügyvezető igazgató adta át. A diákszekcióban a *dr. Bakó Károly* emlékének megőrzésére özvegye, *dr. Csáky Lilla* által 2017-ben alapított „Ezüst Lan-zetta” díjat az alapítótól vehette át *Magyar Réka* végzős BSc-hallgató a „Coldbox technológiával előállított homokmagok minőségét befolyásoló paraméterek vizsgálata” című előadásáért.

Tájékoztatásként a levezető ismertette, hogy a MÖSZ által alapított „Nándori Gyula” emlékérmét 2019-ben *dr. Varga László*, a ME MAK Öntészeti Intézet igazgatója kapta, míg az OMBKE „Öntészeti Szakosztályért” emléklakettet *David Toth*, NEMAK Győr Kft., ügyvezető igazgató kapta.

Az elnök rendezvényzáró beszédében kitért arra, hogy a hazai öntészet teljesítménye – a korábbi néhány év növekedési üteménél némileg alacsonyabban – de változatlanul növekedett és meghaladta a 240 000 tonna/év mennyiséget. A teljesítmény a két nagy csoport – a vas- és acélalapú, valamint a többi fémöntvény – nagyjából azonos arányban járult hozzá ehhez az eredményhez. Izgalmas jövő elé néz az öntészet, hiszen a járműipar rendelkezéseinek visszafogottsága már látszik, ennek megfelelően a szektorba szállító öntődéek sorsa is érdemben változhat.

Az elnök megköszönte a szponzoroknak, az előadóknak, a kiállítóknak és a regisztrált résztvevőknek, a szakiskolásoknak, hogy hozzájárultak a 25. Magyar Öntőnapok sikeres lebonyolításához. Megköszönte a sok munkát elvégző munkatársaknak a heteken át tartó, nagy odafigyeléssel végzett tevékenységét, kiemelt köszönetet mondott szervezőknek, *dr. Hatala Pálnak*, *Katkó Károlynak*, *Fifek Gabriellának* és *Gulyás Krisztnának*, *dr. Molnár Dánielnek*, és az Öntészeti Intézet oktatóinak, a szekcióelnököknek, valamint *Lipták Andreának* és az ABACUS Hotel csapatának is.

Kovács Sándor elnök azzal zárta a rendezvényt, hogy Viszontlátásra 2021 októberében a 26. Magyar Öntőnapok rendezvényen.

(HP)



■ A 25. Magyar Öntőnapok támogatóinak táblája

FRIEDRICH ZOLTÁN

Az első folyamatos forgó kisajtoló gép az Inotal Zrt.-nél

A cikk bemutatja a Conform eljárás vagy más elnevezéssel CRE (Continuous Rotary Extrusion) elvét. Ismerteti az Inotal Zrt.-nél telepített első folyamatos körforgó kisajtoló berendezést, egy LJ-350-es gépsort. Rávilágít a beruházás okaira, szól a telepítésről és a beüzemelésről. Bemutatja a gépsor termékválasztékát.

A gyártás elve és a szerszámzat felépítése

Az Inotal Zrt. 2019-ben üzembe helyezett egy folyamatos körforgó kisajtoló gépsort. A berendezés a Conform vagy CRE-eljárás(Continuous Rotary Extrusion) elvén működik. Az eljárást az Egyesült Királyság Atomic Energy Authority's Springfieldi laboratóriumában fejlesztették ki D. Green vezetésével 1967–71 között, és szabadalmaztatták Conform néven. Egy Magyarországon nem üzemelő eljárásról van szó, ezért talán érdeklődésre tarthat számot a működés és a használatos szerszámbeépítés, mely a 1. ábrán látható.

Az ábrán az elnevezéseket az angol irodalom fordítása, illetve saját fordítás alapján írtam be – szívesen veszem a segítséget szemléletesebb elnevezésre.

A szobahőmérsékletű, kefélt felületű durvahuzal a kerék tetején lép be, a 90°-os ív mentén haladva folyamatosan felmelegszik, és a kamrában eléri az alumíniumsajtolás szokásos hőmérsékletét, azaz 500+ °C-ot.

A folyamat során négy eltérő alakváltozást írhatunk le:

1. A nyomótárcsa beszorítja a durvahuzalt a sajtolókerék hornyába és

kismértékű (5-8%) hideghengerlést végez.

2. A forgó sajtolókerék hornyába tapadt alumínium és az álló íves lezáróelemhez tapadt alumínium nyíró alakváltozást szenved, és ennek hatására elkezdődik az alapanyag melegedése. A kerékhez tapadt alumínium a nyíró vagy súrlódó erővel győzi le az álló elzáró íven keletkező tapadást, valamint a kamrában kialakuló nyomást (p_k), ami sajtoláshoz és a kamrában lévő alumínium képlékeny állapotban tartásához és alakításához szükséges.

A keréken ébredő hajtóerő:

$$F_k = (d/2 * \pi * i + 2 * d/2 * i) * \tau$$

ahol i a hatásos ívhossz, ahol a durvahuzal a kerékhoronyban „súrló-

dik”; τ a nyírószilárdság

A kamrában lévő nyomásból származó erő a belépő oldalon:

$$F_{pk} = d^2 * \pi / 8 * p_k + d/2 * d * p_k$$

Az íves záró elem kialakuló fékező erő:

$$F_{záró} = d * i * \tau$$

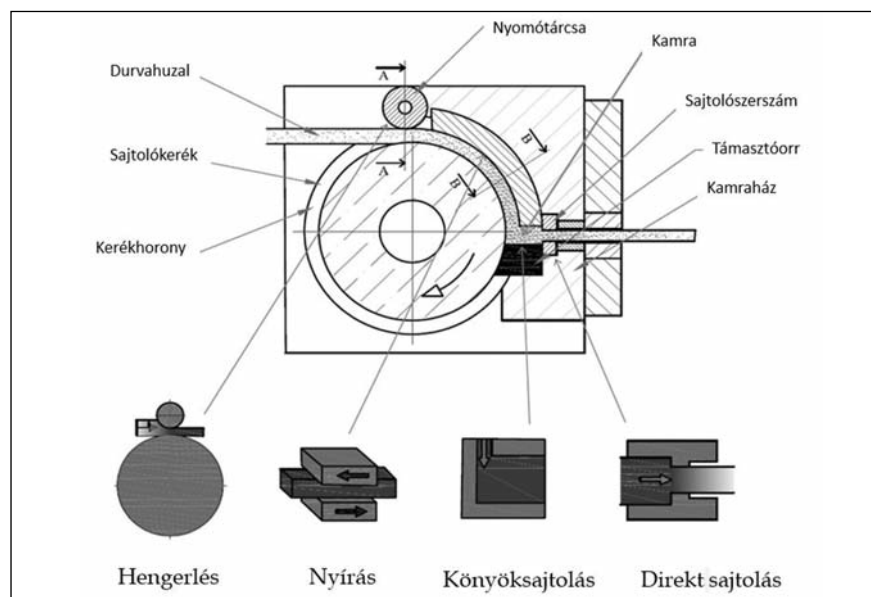
$$F_k = F_{pk} + F_{záró} \text{ azaz}$$

$$d/2 * \pi * i * \tau = d^2 * \pi / 8 * p_k + d/2 * d * p_k$$

az egyenleteknél feltételezhetjük $d/2 \approx d'/2$ és τ bár hőmérsékletfüggő, de a horony két szemben lévő pontján azonosnak tekinthető.

Ebből az is látszik, hogy a B'-B' metszet szerinti horonylezárással nem valósítható meg a sajtolás, illetve célszerűn $d'/2$ legyen nagyobb mint $d/2$ (2. ábra).

A képleteknél a nyírószilárdságot



■ 1. ábra. A CRE-folyamat elve

Friedrich Zoltán a veszprémi Alumíniumipari Szakközépiskolai tanulmányait követően a miskolci NME-en fémalkító szakos kohómérnök diplomát kapott 1984-ben. A végzést követően székesfehérvári Köfém Préműben dolgozott. Jelenleg az Inotal Zrt.-ben technológus.

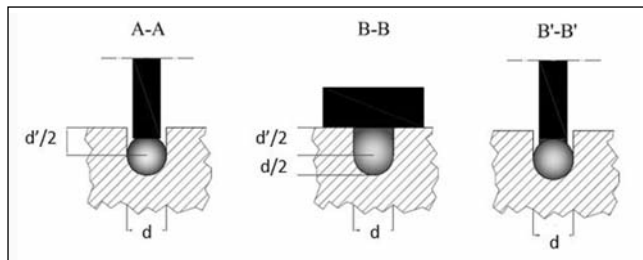
vettem irányadónak, mert ha a súrlódással számolnánk, ami fellép durvahuzal előre juttatásánál mint fékezőerő, vagy ami által keletkezik a sajtolóerő, akkor rendkívül kis súrlódási tényező adódna, kb. $\mu = 0,13 \dots 0,15$. (Ez hasonló, mint a direkt sajtolásnál a tuskósúrlódás a recipiensben – ott is ilyen értékek adódnak.)

Ha feltételezzük, hogy az alumínium feltapad a horony falára – márpedig feltapad – akkor az alumínium–alumínium réteg közti nyírószilárdsággal kell számolni. Ezzel az elvvel számolva már nem szembesülünk valószínűtlenül kis súrlódási tényezővel és a számított értékek a szükséges ívhosszra jól egyeznek a gyakorlatban a sajtolás végén a kamra előtt a horonyban maradt – már ki nem sajtolható fém – ívhosszával. Ez a képen látható esetben kb. 90 mm (3. ábra).

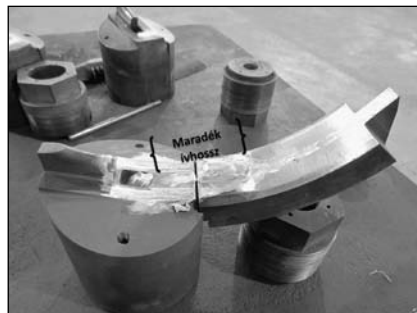
3. A kamrába belépő fém esetében a könyöksajtolás esetével találkozunk, de úgy, hogy a belépő keresztmetszet kisebb, mint a kamra keresztmetszete. Ezért a sajtolási tényező (belépő keresztmetszet/kilépő-, azaz kamrakeresztmetszet) nem 1, hanem lényegesen kisebb, $0,1 \dots 0,3$ között alakul. Itt intenzíven melegszik a fém a sajtolás-melegalakítás hőmérsékletére.

4. A kamrából a sajtolószerszámon át távozik a fém, itt tipikusan a direkt kisajtoláshoz hasonló helyzettel találkozunk. A sajtolási tényező (kamrakeresztmetszet/profilkeresztmetszet) 6 és 100 között alakul. Az alakítási zónában illetve a sajtoló élen áthaladáskor a fém eléri a maximális hőmérsékletet.

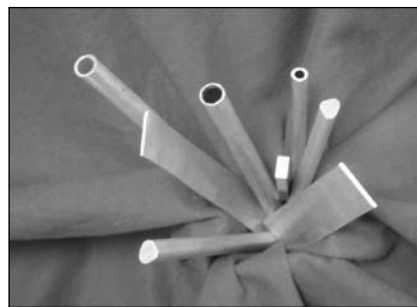
Az alkalmazott sajtolószerszámok alakadó része wolfram-karbid keményfém, a többi alumíniummal érint-



■ 2. ábra. A sajtolókerék metszetei



■ 3. ábra. Sajtolás végén a kamra előtt maradt fém



■ 4. ábra. CRE-eljárással Inotán gyártott termékek

kező rész 1.2343, azaz a régi K13 minőségnek megfelelő acél.

Előzmények

Pár évvel ezelőtt az Inotal Zrt. üzembe helyezett egy új Properzi alumínium durvahuzal öntve hengerlő gépsort [1], ennek kapacitása 25-30 kt/év. A durvahuzal kb. egyharmadát a cég saját húzóüzeme dolgozza fel. A hu-

zalgyártás folyamatos modernizálása és bővítése mellett is jelentős plusz durvahuzalgyártó kapacitással rendelkezik ez a Properzi gépsor, mely ötvözetlen durvahuzal mellett ötvözött (többek közt AlMn és AlMg és AlMgSi) durvahuzal gyártására is képes. Ez az alapanyagbázis adta

az ösztönzést olyan magasabb hozzáadott értékű termékek gyártásához, melynek alapanyaga a durvahuzal. Bár Magyarországon ilyen berendezés nem üzemel, de kézenfekvő volt a Conform eljárásban gondolkodni.

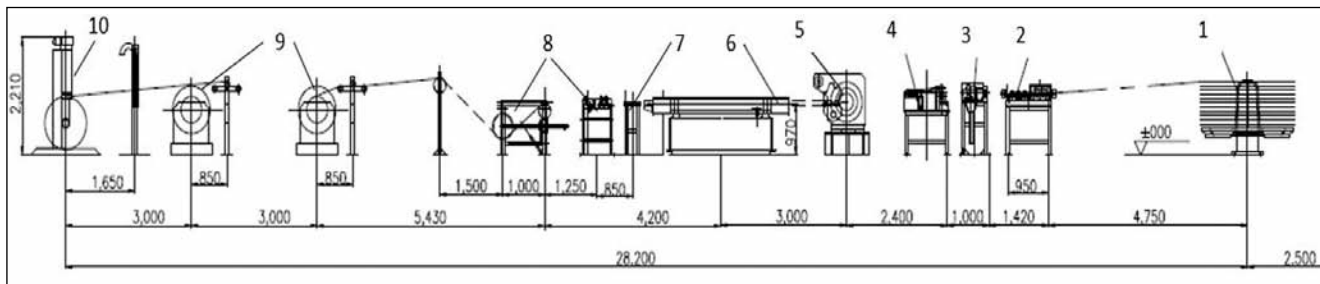
A folyamatos forgó kisajtolás, vagy CRE-eljárás termékei

Az eljárással gyártható termékek közé tartozik többek között:

- a szektorhuzal – 50-185 mm² keresztmetszet,
- a trafógyártók által használt sínek és szalagok (különösen a hasítással nem gyártható mérettartomány) – 1-5 × 8-25 mm,
- rudak,
- alakos huzalok,
- egyéb tartó-rögzítő jellegű sínek,
- kis átmérőjű és kis falvastagságú csövek elektromos, fűtés- és klimatechnikai felhasználásra – Ø 6-16 × 0,6-2 mm (4. ábra)

Megvizsgálva az eljárással gyártható termékeket és a jelenlegi villamos ipari vevőkörünket, kézenfekvőnek tűnt egy olyan CRE-eljárással dolgozó kisajtoló gép megvásárlása, amely e termékek felcsévélésére alkalmas.

A bekért ajánlatok és a referencialátogatás alapján megszületett a döntés, hogy veszünk egy kínai ABLJ 350-es körforgó sajtolót, ikercsévélével és szektordobcsévélével.



■ 5. ábra. Az ABLJ350 gyártósor telepítési vázlata: 1-Leadó; 2-Egyengető, 3-Kefélő; 4-Vágóegység; 5-CRE-sajtológép; 6-Vízhűtő kád; 7-Meleglevegős szárító; 8-Számláló és táncolókeres szabályzó; 9-Ikercsévlő; 10-Szektor csévéllő



■ 6. ábra. A leadó berendezés, az egyengető, a keféző és a sajító



■ 7. ábra. Vízhűtő a sajítóval

Az ABLJ350-es sajító bemutatása

A berendezés telepítési helyigénye a három egymás után elhelyezett csévéllővel 6×32 m. A telepítés a Huzalüzem mellett felépített új csarnokban történt, mely úgy épült, hogy további három CRE-berendezés is elhelyezhető benne. A telepítés vázlata az 5. ábrán látható, ahol leolvashatók a fő szerkezeti részek.

Ha sorban áttekintjük a gyártósor fő részeit, akkor egyben megismerjük a folyamatok egymásutániságát, az egységek technológiai szerepét és a fontosabb műszaki-technikai paramétereket.

- 1) Függőleges tengelyű leadó max. 2,5 t-s durvahuzal tekercsek leadására.
- 2) Áthúzó üzemmódú görgős egyengető.
- 3) Kefélő berendezés a durvahuzal felületének tisztítására, a szennyeződések és az oxidréteg eltávolítására. Ez fontos, mivel nincs présmaradvány, amely összegyűjtené a szennyeződések.
- 4) A durvahuzal vágóegység a sajtolás végén megszakítja a durvahuzal további adagolását.
- 5) Sajtológép $\varnothing 12$ mm-es és $\varnothing 15$ mm-es durvahuzal sajtolásra alkalmas $\varnothing 350$ mm-es sajtolókerékkel, 200 kW-os főmotorral, bolygóműves áttétellel. A sajtolókerék sebessége 1-21 ford/perc közt változtatható (6. ábra).
- 6) Háromzónás vízhűtő egység lefűtatással. A hűtés zárt rendszerű



■ 8. ábra. A ikercsévéllő és a szektordobos csévéllő

kétkörös, a primer, termékkel érintkező kör kis keménységű tiszta víz, 1/3 rész ivóvíz, 2/3 rész RO (Reverse Osmosis) víz (7. ábra).

- 7) Meleg levegős utószárító.
- 8) Folyóméter-számláló és táncolóke-rekes feszítésszabályozó egység.
- 9) Ikerfelcsévéllő egység $\varnothing 900 / \varnothing 400 \times 330$ mm-es tekercsek gyártására. Felcsévéllési sebesség 5-100 m/perc. Elsősorban ide csévélljük a csöveket és a síneket.
- 10) Fa- és acéldobok használatára alkalmas nagy csévéllő. Használható dobméretek $\varnothing 800$ - $\varnothing 1600$ mm max. 1300 mm szélességben. Elsősorban szektor, vagy nagyobb keresztmetszetű termék csévéllésére (8. ábra).

A gyártósor 150-500 kg/óra termék gyártására képes, ami a ténylegesen gyártott profil jellemzőitől függ.

A beüzemelésről

A beérkezett gépsort az elkészült új csarnokba 2019. május 20-ra a cégünk karbantartó munkatársai letelepí-

tették. A beszállítótól egy gépész és egy villamos mérnök érkezett a beüzemelésre, ami segítségükkel május 22-30. között sikeresen megtörtént. Elvégeztük az összes tervezett beállítást, tesztet és próbagyártást. Ebben az időszakban Al99,5 és AlMn1 ötvözetű $\varnothing 12$ mm és $\varnothing 15$ mm-es durvahuzalból sajtolunk négyféle csövet, három különböző méretű sínt és háromfajta szektorhuzalt. A karbantartáshoz és az átálláshoz szükséges szereléseket is végigpróbáltuk.

Jelenleg több potenciális vevőnek gyártunk mintatermékeket, rendelésre gyártunk szektorhuzalt, illetve transzformátorgyártó vevőnek áramvezető sínt.

A vevőkör kiteljesedésével és a rendelés felfutásával párhuzamosan van lehetőségünk további CRE-sajtók telepítésére.

Meg kell említeni, hogy mind a beszállítónk mérnökei, mind a helyi műszaki és karbantartó gárda igen színvonalas munkája és kiváló hozzáállása nélkül ez az országunkban újdonságnak számító berendezés beüzemelése nem lett volna ilyen gyors és sikeres.

Irodalom

- [1] Németh Tamás: Új Properzi alumínium durvahuzal gyártósort épített az Inotal Zrt., BKL Kohászat 2014/3.
- [2] Zupkó István: Alumínium ötvözetek kisajtolásának számítógépes szimulációja, Doktori értekezés, Miskolc 2001, 13-15, 29. oldal

Alumíniumötvözetek félfolyamatos öntése kísérleti kristályosító berendezéssel

A Miskolci Egyetem Fémtani, Képlékenyalakítási és Nanotechnológiai Intézete az Arconic-Köfém Kft. gyártástechnológiájának fizikai szimulációját valósította meg. Ennek keretében üzembe helyezte és szisztematikus kísérletsorozat keretében optimalizálta az Indutherm CC3000 kísérleti félfolyamatos öntőmű működését. Ezzel a berendezés alkalmassá vált a különböző gyakorlati alumíniumötvözetek kristályosításánál lejátszódó folyamatok vizsgálatára.

Bevezetés

A félfolyamatos öntés már a XIX. századtól ismert technológia, melyet elsősorban alumínium- és rézalapú ötvözetek öntésére használnak. Félfolyamatos öntéskor az olvadék a hőtartó kemencéből jó hővezetési tulajdonságokkal rendelkező, szabályozottan hűtött kristályosítóba jut, ahol a fém folyamatos kéregképződés mellett lefelé haladva szilárdul, miközben a kérgen belül még olvadék található. Kristályosodáskor a kialakuló szerkezetre – mely a csíráképződés és csíranövekedés folyamatából áll – nagy hatással van a hűlési sebesség. Ezek együttesen határozzák meg a szemcseszerkezet finomságát és ezáltal a mechanikai tulajdonságait is. A kristályosítás ötvözet- és méretspecifikus, ezért alaposan megtervezett öntéstechnológiai paraméterekkel célszerű végezni. A bemutatott kutatómunka célja a valós üzemi körülmények között történő gyártás optimalizálása és hibáinak kiküszöbölése fizikai szimulációkkal [1, 2].

A kísérleti öntőmű bemutatása

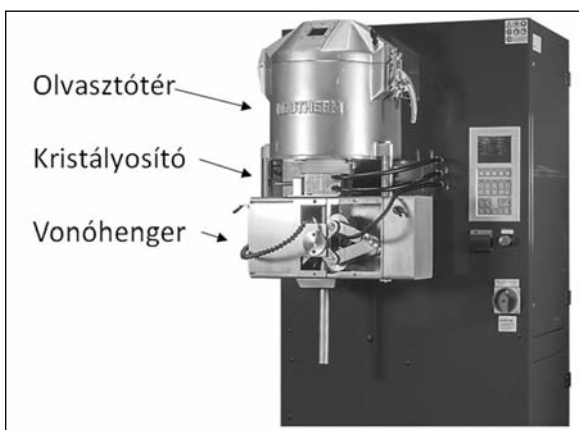
A Miskolci Egyetem Fémtani, Képlékenyalakítási és Nanotechnológiai Intézete részt vesz az Arconic-Köfém Kft. konzorciumi vezetésével az „Új, piacképes hengerelt alumíniumtermékek technológiájának fejlesztése, az anyagtudomány legújabb eredményei alapján...” elnevezésű projektben. A kutatás keretében beszereztük a színes- és nemesfémek félfolyamatos öntésére alkalmas Indutherm CC3000 berendezést. A kutatási programhoz

illeszkedve egy olyan kísérletsorozatot állítottunk össze és hajtottunk végre, mellyel az üzemi körülmények között történő félfolyamatos öntést laboratóriumi környezetben lehet szimulálni.

Az Indutherm CC3000 típusú kristályosító berendezéssel különböző méretű téglalap, illetve kör keresztmetszetű tuskók önthetők [3]. Az öntőmű a fő egységek bemutatásával az 1. ábrán látható.

Az öntőműben a fém olvasztása az olvasztótérben található grafittegelyben történik indukciós módon. Az olvadék feletti légtér vákuumozható, illetve védőgáz használatával inert atmoszféra hozható létre. Az olvasztótér további részei: az indukciós tekercs, a kerámia szigetelés, valamint a tuskóban és a tégelyfalban található hőelemek. Az olvasztótérrel készült felvétel a 2. ábrán látható.

Az olvadék a grafitűskével zárható tégelyből – 10 mm átmérőjű nyíláson keresztül – egy sárgarézt, négyzetes keresztmetszetű grafitkokillával bélelt kristályosítóba kerül. A pirométerrel ellátott kristályosi-



■ 1. ábra. Az Indutherm CC3000 félfolyamatos öntőmű felépítése

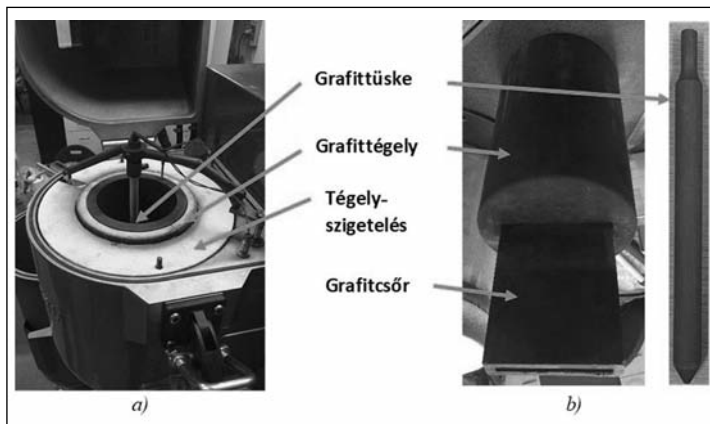
Kárpáti Viktor 2017-ben szerzett BSc anyagmérnök diplomát hőkezelési és képlékenyalakítási szakirányon a ME Műszaki Anyagtudományi Karán. Jelenleg MSc-hallgató és a Fémtani, Képlékenyalakítási és Nanotechnológiai Intézet tanszéki mérnöke. Kutatási területe a képlékenyalakítás, kristályosodás, valamint a roncsolásmentes anyagvizsgálat.

Kazup Ágota BSc okleveles anyagmérnök, jelenleg másodéves MSc-hallgató és tanszéki mérnök a Műszaki Anyagtudományi Kar Fémtani, Képlékenyalakítási és Nanotechnológiai Intézetében. Kutatási területe az alumínium öntvények kristályosodása és metallográfiája (anyagvizsgálata).

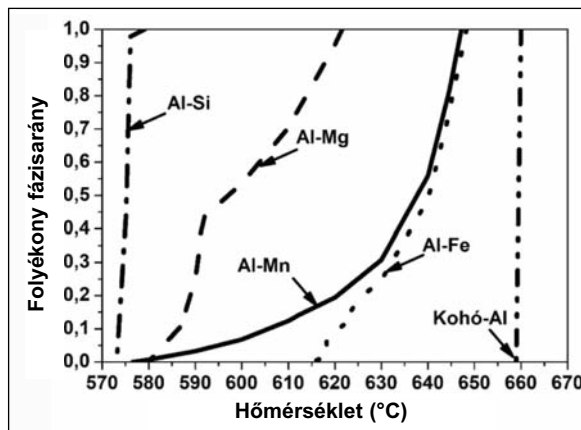
Hegedüs Balázs 2017-ben szerzett BSc anyagmérnök diplomát a ME Műszaki Anyagtudományi Karán. Jelenleg MSc-hallgató, és az Energia- és Minőségügyi Intézet tanszéki mérnöke. Kutatási területe a kristályosodás, hőátadás és a salak-újrahasznosítás.

Ferenczi Tibor 1988-ban szerzett okleveles kohómérnök diplomát metallurgus szakon a miskolci Nehézipari Műszaki Egyetemen. Jelenleg a ME Műszaki Anyagtudományi Karán dolgozik mérnök-tanárként. A Metallurgiai és az Öntészeti Intézetek műhelylabor vezetője. Kutatási területe: pormetallurgia, különleges hidrát és oxidtermékek, felülettisztítás, fémolvasztás.

Gácsi Zoltán szakmai életrajzát 2015/3. számunkban közzétettük.



■ 2. ábra. Az olvasztótér a) a kemencepáncélzat, benne a szigetelés és a grafittegely, b) a grafittegely, alján a belőle kikutó, kristályosítóba illeszkedő négyzetes grafitkokillával (ipari elnevezéssel grafitcsőr), illetve a grafit záróelem (tüske)



■ 3. ábra. A Thermo-Calc szoftverrel számolt folyékony fázisarány hőmérséklet-függésének bemutatása a vizsgálni kívánt ötvözetek esetén

tó hőmérséklete vízhűtéssel automatikusan szabályozható 400–800 °C között a víz áramlási sebességével. A hűtőközeg hőmérséklete 22–50 °C között szabályozott. A dermedt fém a kristályosítóból egy acélból készült indítószál (vaktuskó) segítségével húzható ki.

A kristályosító egység alatt egymással szemben helyezkednek el a pneumatikusan záródó, bordázott felületű vonszolohengerek, melyeknek az indítószál és az öntött tuskó megtámasztása a feladata, valamint azok szabályozott eltávolítása. A vonszolás sebessége 0,1-9,9 mm/s között állítható. Az öntött szál öntés közbeni megállítása, és az ellenkező irányba történő visszataló (reverzalása) is lehetséges. A vonóhengeres egységhez csatlakozik a szekunder hűtés, amellyel a további hőelvonás biztosítható.

Az öntés kezdetekor a vaktuskót az érme alakú bemunkált részével a vonszolohengereken keresztül felfelé helyezzük be a grafitkokillába. A tégelyben lévő tüske felemelésekor az olvadék befolyik a vaktuskóba bemunkált részbe, ami egy ún. vonószemet képez. Az öntés eredménye egy 10 × 100 mm keresztmetszetű hengerlési tuskó.

Fizikai szimulációk

Az Indutherm GmbH által gyártott öntőművet alumíniumkristályosításra még nem használták. Arra törekedtünk, hogy az Arconic-Köfém Kft.-ben alumíniumötvözetek (Al 99,5, Al-Si, Al-Fe, Al-Mg, Al-Mn) üzemi szinten leját-

szódó kristályosodási folyamatait valósítsuk meg a berendezéssel, ezt nevezzük fizikai szimulációnak.

A kutatómunkánk elején egy kísérleti tervet határoztunk meg, melynek első lépéseként az ötvözetek összetételét induktív csatolású plazma atomemissziós spektrometriával (ICP vizsgálattal) meghatároztuk. Az összetétel ismeretében a Thermo-Calc szoftver segítségével egy folyékony fázisarány mennyiséget számoltunk, amely hőmérsékletfüggését a 3. ábra mutatja. A Thermo-Calc egy olyan szoftver, amelynek segítségével termodinamikai és kinetikai számításokat tudunk elvégezni többkomponensű rendszerekben. Az egyensúlyszámítás alapkoncepciója az, hogy adott állapotváltozók (nyomás, hőmérséklet, összetétel) esetén meghatározzuk az egyensúlyi állapotot leíró paramétereket (fázisok száma és minősége, fázisarányok, fázisösszetételek) a rendszer Gibbs-energiájának minimalizálásával, azaz:

$$G_m = \sum_{\phi} y_{\phi} \cdot \sum_i x_{i(\phi)} \cdot G_{m,i(\phi)} \rightarrow \min$$

ahol G_m a rendszer moláris Gibbs-energiája (J/mol), F a fázisok száma, K a komponensek száma, y_{ϕ} a ϕ fázis fázisaránya, $x_{i(\phi)}$ az i komponens móltörtje a ϕ fázisban, $G_{m,i(\phi)}$ pedig az i komponens parciális Gibbs-energiája a ϕ fázisban [4].

Eddigi öntési kísérleteink során ötvözetlen alumíniumot (kohóalumínium) és 12,8% szilíciumtartalmú alumíniumötvözetet vizsgáltunk. A folyékony fázisarány diagram felhasználá-

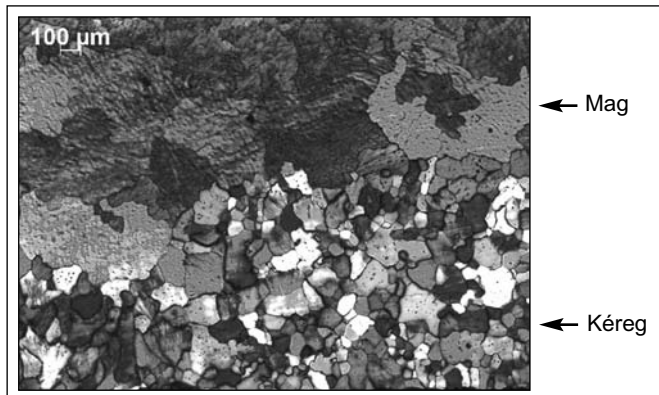
sával behatároltuk az öntési paramétereket (olvadék-hőmérséklet, kristályosító hőmérséklet, vonszolási sebesség) az említett két ötvözet esetében.

Kiinduló alapanyagként a kohóaluminiumot választottuk, mert jól önthető, melegen és hidegen egyaránt jól alakítható. Szennyezőanyag-tartalma 0,3–0,7% közötti, jellemző anyagminőségei az Al99,3%, Al99,5% és Al99,7%. Az ötvözetlen alumínium a fólia, illetve a vezetékgyártás alapanyaga, nagymértékű hidegalakítással 6-10 µm-es fóliavastagság is elérhető. A jó alakíthatóság feltétele a vas és szilícium mennyiségének megfelelő aránya ($Fe/Si = 2,5$), mivel ebben az esetben az alakíthatóságot csökkentő szilícium nem marad oldott állapotban, hanem kevésbé káros vegyület formájában kiválik. A tiszta alumínium szilárdságának, valamint korrózióállóságának növelése érdekében a gyártás során ötvözőket (Si, Cu, Mg, Zn) adagolnak hozzá [5].

A legjobb önthetőségi tulajdonságú alumíniumötvözet a szilumin. A szilíciumtartalomtól függően lehet hipoeutektikus (alumínium szilárdoldat és Al-Si eutektikum), eutektikus (Al-Si eutektikum) és hipereutektikus (primer Si és Al-Si eutektikum) összetételű. A fizikai szimuláció során hipoeutektikus ötvözetet öntöttünk. Az öntészeti sziluminötvözetet brazing alapanyagként is használják, ugyanis alacsony olvadáspontja miatt a többrétegű szerkezetek külső oldódó rétegét alkotja.

Az öntőmű felépítésének és működési elvének tanulmányozása után

öntési előkísérleteket végeztünk annak érdekében, hogy téglalap keresztmetzetű hengerlési tuskókat állítsunk elő. A kidolgozott kísérleti tervünk alapján végeztünk a kristályosítást. Modellezett eredmény alapján meghatároztuk a kohóaluminium befagyásának időszükségletét. Cikünkben a kísérleti tervvel összehangolt optimalizált öntési folyamatokat mutatjuk be kohóaluminiumra és sziluminötvözetre vonatkozóan.



■ 4. ábra. Az öntött kohóaluminium Barker-maratással előkészített, fénymikroszkóp alatt polarizált fényben látható szemcseszerkezetének vizsgálata: az öntvény kéregközeli része finomszemcsés, míg az öntvény magja durvaszemcsés

Az öntési paraméterek optimalizálása

Az öntési paraméterek optimalizálását kohóaluminium kristályosításával kezdtük és összesen 40 kísérletet végeztünk. A Thermo-Calc szoftverrel számolt diagramon látható, hogy a kohóaluminium dermedési hőköze $\sim 1^\circ\text{C}$ -os érték, így ezt elhanyagolhatónak tekinthetjük.

Az első öntés során az öntődei gyakorlatban alkalmazott olvasztási hőmérsékletnek megfelelően az olvadék-hőmérsékletet 720°C -ra, valamint a kristályosítót a megfelelő hőelvonás érdekében 500°C -ra állítottuk be. A kísérlet során az olvadék befagyott a grafitkokillának a hőtartó téglay és a kristályosító közötti szakaszába, mivel a kokilla hőmérséklete jóval a szilárdulási hőmérséklet alatt volt. Ennek a 60 mm hosszú kokillarésznek a hőmérsékletét csak közvetve tudjuk szabályozni az olvadék és kristályosító hőmérsékletének módosításával. Így a grafitkokillában lévő olvadék befagyásának későbbi elkerülése érdekében a kristályosító és az olvadék hőmérsékletét megemeltük. Növeltük az olvadék mennyiségét is a téglayben, mely a nagyobb metallosztatikai nyomás révén segítette az öntést.

A továbbiakban a kísérletet 600°C -os kristályosító és 750°C -os olvadék-hőmérséklet mellett végeztük, ahol jellemzően melegfolyás és dendrites szakadás történt. Megállapítható, hogy az olvadék hőmérsékletét megemelve elkerülhető a befagyás. Következő lépésként a felületi hibák elkerülése céljából szükségesnek ítéltük

az öntési hőmérséklet további emelését, valamint a vonszolási sebesség növelését is – a minimális dermedési hőköz miatt –, mely paramétereket öntés közben változtattuk, és figyeltük azok hatását a felületi minőségre.

Az utolsó optimalizációs kísérletet 850°C -os olvadék-hőmérséklettel indítottuk, a megfelelő kiindulási kokilla-hőmérséklet biztosítása miatt. Abban az esetben, ha a grafitkokilla túlhevülne, jellemzően 680°C fölé, az olvadék kifolyásának elkerülése érdekében szekunder hűtést alkalmaztunk. A túlhevülés megakadályozására a kristályosító hőmérsékletét is csökkentettük – az öntések alkalmával – 600°C -ról 450°C -ra, a megfelelő hőelvonás biztosítása érdekében. A kísérlet végén a vonszolási sebességet a gép által elérhető maximális értéken tartottuk. Emellett maximális szekunder hűtést alkalmaztunk, mely paraméterek együttesen eredményezték a legjobb öntvényfelületet. A kísérlet következményeként megállapítható, hogy a felületi minőség szempontjából a vonszolási sebesség és a szekunder hűtés a legfontosabb laboratóriumi technológiai paraméter, így ezt a paraméteregyüttest optimalizálnak tekinthetjük.

Kohóaluminium kristályosítása

A kristályosítást a már optimalizált paraméterekkel indítottuk. A kísérlet során a grafitkokilla maximális hőmérséklete 680°C volt, ezért a szekunder hűtést nem kapcsoltuk be. Az előző kísérletek alapján az öntést $0,1\text{ mm/s}$ vonszolási sebességgel indítottuk, melynek célja a korábban tapasztalt

szálindítási nehézségek – mint a grafitkokillába történő befagyás és szálszakadás – kiküszöbölése volt. A kísérlet során magasabb, $0,4\text{ mm/s}$ vonszolási sebességet állítottunk be, így megfelelő felületi minőséget értünk el. Megjegyzendő, hogy öntés közben a grafitkokilla hőmérséklete (680°C) elérte és túllépte a vizsgált ötvözet olvadáspontját. Az öntött tuskó Barker-maratással előkészített, fénymikroszkópos felvételét a 4. ábra mutatja

be. Szekunder hűtés alkalmazása nélkül a mag hűlése sokkal lassabb volt, mint a kéregé, ezért az öntvény kérge finom-, míg a magja durvaszemcsés lett.

A vizsgált technológiai paraméterekkel a kristályosítást többször megismételtük. A megfelelő felületi minőséget reprodukálni tudtuk, így az adott paraméterbeállításokkal történő előállítás üzembiztosnak tekinthető.

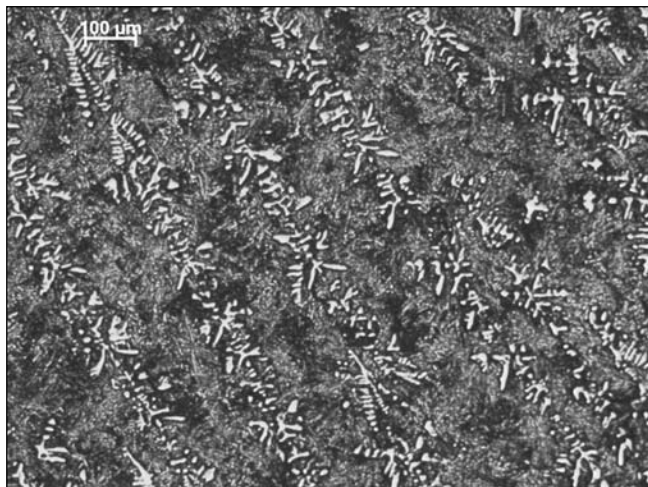
Az olvadék hőmérsékletét 830°C -ra csökkentettük az ipari gyakorlat jobb közelítése miatt. Ezen kísérletek esetén is megfelelő öntvényminőséget értünk el.

Hipoeutektikus sziluminötvözet kristályosítása

A 3. ábra szerint az ötvözet olvadáspontja 580°C , valamint dermedési hőköze 8°C . A dermedési hőköz értéke – mint a kohóaluminium esetében is – minimális, így a kohóaluminium kristályosításánál szerzett tapasztalatok és a Thermo-Calc szoftverrel számolt értékek alapján 770°C -os olvadék és 450°C -os kristályosító hőmérsékletet állítottunk be. Szálindításnál a vonszolási sebességet minimális értéken tartottuk, majd a száلكilépés után jelentősen növeltük. Öntés közben a grafitkokilla hőmérsékletét szekunder hűtéssel 30°C -os pontossággal tudtuk szabályozni. Az öntés során megállapítottuk, hogy a felület minősége akkor ideális, ha a kokilla hőmérséklete a fém olvadáspontja felett van minimum 20°C -kal. Ezen kísérlet esetén is kiváló öntvényminőséget értünk el. Az 5. ábra az öntött tuskó Barker-maratással előkészített fénymikroszkópos fel-



a)



b)

■ **5. ábra.** Az öntött sziluminötvözet Barker-maratással előkészített, fénymikroszkóp alatt polarizált fényben látható dendrites szemcseszerkezete: a) az öntvény kérge durvaszemcsés és b) az öntvény magja finomszemcsés

vételét mutatja be, melyen látható, hogy az öntvény kérge durvább szemcseszerkezetű, mint az öntvény magja. A jelenség azzal magyarázható, hogy a kéreg 450 °C-on lassan szilárdult meg, míg a mag a 22 °C-os szekunder vízűtés miatt jóval gyorsabban kristályosodott.

Összefoglalás

Kutatómunkánk célja az Arconic-Kőfém Kft.-ben történő öntés fizikai szimulációja volt. A fizikai szimuláció során végrehajtott kísérletsorozat eredményeinek kiértékelése során meghatároztuk azokat az optimum paramétereket, melyekkel a kohóaluminium és a szilumin öntése a kísérleti berendezéssel megvalósítható. A fentiek mellett az eredménynek jelentőségét az is adja, hogy a kísérleti berendezés gyártójának tájékoztatása szerint ezzel megvalósítottuk a kristályosító berendezés egy új célú, alumíniumöntésre történő felhasználását.

A kísérletsorozat során az alábbi megállapításokat tettük:

1.) A Thermo-Calc szoftverrel végzett számítások és az elvégzett kísérletek alapján meghatároztunk egy-egy optimális paraméteregyüttest kohóaluminium és szilumin esetében.

2.) Az eredményes öntés érdeké-

ben az egyik szélsőséges esetben a grafitkokillába történő befagyást, míg a másik szélsőséges esetben a csak részben megszilárdult szál okozta melegfolyást és szálszakadást kell elkerülni.

3.) Az öntés akkor sikeres, ha a grafitkokilla hőmérséklete 20 °C-kal van az ötvözet olvadáspontja felett.

4.) Nagyobb olvadék-hőmérséklet-hez a megfelelő hőelvonás biztosítása érdekében kisebb kristályosító hőmérséklet tartozik.

5.) A felületi hibák elkerülése érdekében 0,4 mm/s vonszolási sebességet kell alkalmazni.

6.) Nagyobb vonszolási sebesség esetén az olvadék túlfolyása elkerülhető a vonszolás szüneteltetésével, valamint szekunder hűtéssel.

Köszönetnyilvánítás

Köszönettel tartozunk a Thermo-Calc szoftverrel végzett számításokban elvégzett segítségért Végh Ádám kollégánknak, az ICP vizsgálatokért dr. Bánhidi Olivérnek.

A cikkben ismertetett kutatómunka az EFOP-3.6.1-16-2016-00011 jelű „Fiatalodó és Megújuló Egyetem – Innovatív Tudásváros – a Miskolci Egyetem intelligens szakosodást szolgáló intézményi fejlesztése” projekt

részeként – a Széchenyi 2020 keretében – az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg.

A kutatómunka az „Új, piacképes hengerelt alumínium termékek technológiájának fejlesztése, az anyagtudomány legújabb eredményei alapján...” elnevezésű GINOP kutatási projektben valósult meg.

Irodalom

- [1] Dmitry G. Eskin: Physical Metallurgy of Direct Chill Casing of Aluminium Alloys, 2008
- [2] K. T. Akhil, Sanjivi Arul, R. Sellamuthu: The effect of section size on cooling rate, microstructure and mechanical properties of A356 aluminium alloy in casting, Procedia Materials Science 5 (2014) 362–368.
- [3] Blue Power Casting System - www.bluepower-casting.com, 2018
- [4] Dr. Kaptay György: Anyagegyensúlyok makro-, mikro- és nanoméretű rendszerekben, Miskolc, 2011
- [5] Ricardo Branco, Filippo Berto, Andrei Kotousov: Special Issue on „Mechanical Behaviour of Aluminium Alloys”, 2018

SEPSI MÁTÉ – BENKE MÁRTON – HLAVÁCS ADRIENN – MERTINGER VALÉRIA

Új, roncsolásmentes kristálytani anizotrópia vizsgálati módszer

A textúra jellemzése az ipari felhasználás során főleg a mélyhúzásra szánt alapanyaggyártásnál kulcskérdés. Hagyományos textúramérés laboratóriumi környezetben megvalósítható módszer, melynek a legfőbb korlátja a minta mérete és geometriája. Ez pedig a goniométer rögzített mivoltából, és az Euler-bölcső befoglaló méreteiből fakad. A maradó feszültség mérésére kifejlesztett röntgendiffraktométereknél az egyik legfőbb konstrukciós szempont, hogy a változatos geometriájú és méretű alkatrészeket akár ipari körülmények között is roncsolásmentesen (mintakivágás nélkül) lehessen velük vizsgálni. A maradó feszültségmérés és a textúramérés közti hasonlóságot kihasználva kidolgoztunk egy vizsgálati módszert központ nélküli diffraktométerre, aminek segítségével roncsolásmentesen tudunk anizotrópia jellemzést megvalósítani.

A kristálytani anizotrópia fogalma, jelentősége és meghatározásának módjai

Textúrának nevezzük a polikristályos fémekben a kristályok orientációjának a véletlenszerűtől való eltérését [1]. A kristályok nem véletlenszerű orientációja anizotróp (térben irányfüggő) tulajdonságokat eredményez. Az anizotrópiának kitüntetett gyakorlati jelentősége például a mechanikai és a mágneses tulajdonságoknál van. Az 1. ábra mágnesezési irányfüggésre, míg az 1. táblázat a rugalmassági modulus függőségre mutat példát.

1. táblázat. Tiszta fémek rugalmassági modulus értékének irányfüggése [4]

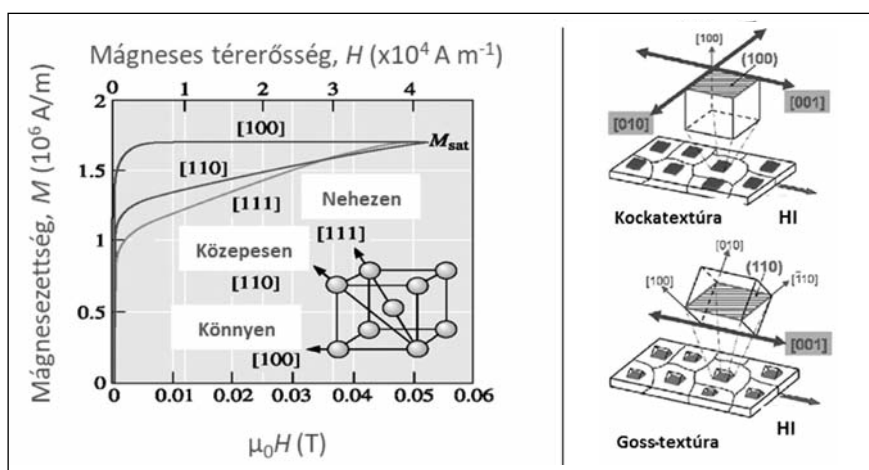
Fém	Rugalmassági modulus, GPa		
	[100]	[110]	[111]
Al	63,7	72,6	76,1
Cu	66,7	130,3	191,1
Fe	125	210,5	272,7

A létrehozó technológiától függően megkülönböztetünk alakítási, újrakristályosodási és öntési textúrát. Az önté-

Sepsi Máté szakmai életrajzát 2016/3. számunkban közzétettük.

Dr. Benke Márton és Hlavács Adrienn szakmai életrajzát 2019/1. számunkban közzétettük.

Dr. Mertinger Valéria szakmai életrajzát 2017/2. számunkban közzétettük.



■ 1. ábra. Transzformátorlemezek mágnesezési görbéjének függése a kristálytani iránytól [2] és a hozzá tartozó nevezetes Goss- és kocktextúrák [3]

si textúra alakulását a hőelvonás iránya, illetve a csíráképződési feltételek szabják meg, hogy a szilárd fázis szemcséi milyen irányban növekednek. Az alakítási textúra létrejöttében nagyon fontos szerepet játszik a diszlokációs csúszás, ami a fémekben az atomsíkok elmozdulását, valamint a szemcsék alakváltozását eredményezi [5, 6, 7]. A diszlokáció csúszása okozta atomsík-elmozdulás kitüntetett rácssíkon, kitüntetett irányban zajlik. A fentebb említettek alapján, ha a fémeket alakítjuk, a kristályok a számukra kedvező pozícióba fordulnak, így anizotrópiát okozó kristályorientáció jön létre. A kristálytani textúra egyik leglátványosabb hatása a mélyhúzásnál je-

lentkezik, ahol a félkész termék vastagságát meleg- vagy hideghengerléssel érik el (pl. lemez). A félkész terméket erős alakítási textúra jellemzi, emiatt erős az anizotrópiája, ami a mélyhúzásnál fűlesedést okoz (2. ábra). Az erős alakítási textúra csökkentése érdekében alkalmazhatunk lágyító hőkezeléseket, azonban a lágyító hőkezelések során számolni kell az újrakristályosodási textúra létrejöttével. Az újrakristályosodott szerkezet is anizotróp lesz, mivel az újrakristályosodás is kitüntetett síkok mentén fog végbemenni. A minimális fűlesedést az alakítási és újrakristályosodási textúra kombinációjával valósíthatjuk meg. Az 1. ábra transzformátorleme-

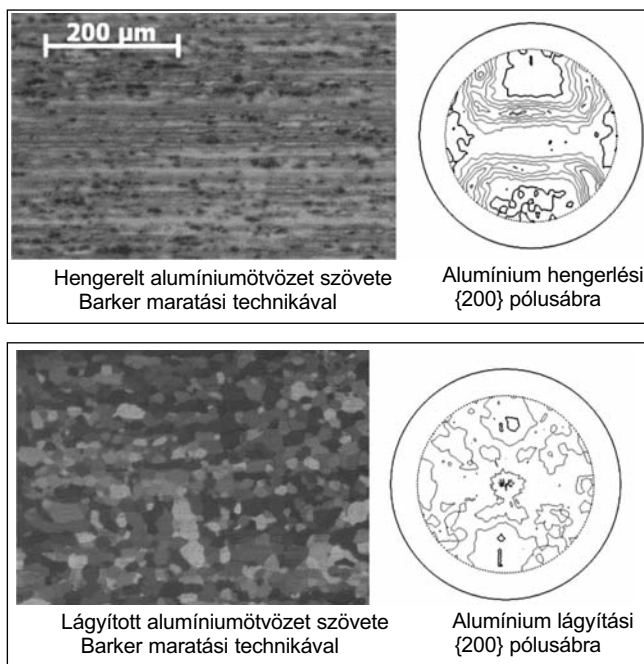
zénél mutatott nagy gyakorlati jelentőséggel bíró Goss-textúra is megalakítással hozható létre. Annak ellenére, hogy az elmúlt 50 évben intenzíven kutatott terület volt ezen textúra kialakulása, még a mai napig is vannak nyitott kérdések [8].

A kristálytani anizotrópiát gyakran összekeverik a szemcsealak (morfológiai) anizotrópiával, mely szintén jellemzően hidegalakításkor alakul ki és mikroszkópi képeken is jól láthatóvá tehető. Vannak olyan metallográfiai módszerek, amelyek a kristálytani anizotrópiát és a morfológiai anizotrópiát próbálják jellemezni. Ilyen például az alumíniumötvözeteknél alkalmazott Barker színes maratási technika, aminél a különböző irányítottaságú szemcséken különböző vastagságú csapadék képződik, melyet polarizált fényben különböző színűnek látunk. Erre mutat példát az egyik mintadarabról a 3. ábra. Az azonos orientációjú szemcsék azonos szűrkeségi fokúak. A Barker-maratás által nyújtott kvalitatív információ nem bizonyul elégségesnek azoknál a problémáknál, ahol a kristálytani textúrának jelentős szerepe van, ilyenkor kvantitatív módon kell meghatározni azt. Erre egy lehetséges mód, amivel kísérletet tehetünk: meg kell határozni egy kötött koordináta-rendszert, amiben az egyes szemcsék orientációját értelmezni tudjuk. Ezt a koordináta-rendszert célszerű a mintához rendelni, mégpedig úgy, hogy a koordináta-rendszer tengelyei egybeessenek a minta jellemző irányjaival. Így egy hengerelt mintánál értelmezhető hengerlési irány (HI), keresztirány (KI), és normálirány (NI). Ebben a kötött koordináta-rendszerben egy szemcse orientációját úgy értelmezzük, hogy a szemcsét annak egy elemi cellájával helyettesítjük, és ezen elemi cella valamely (hkl) síkjának normálisát jellemezzük a 4. ábra szerinti módon az α -, β - és γ -szögek segítségével.

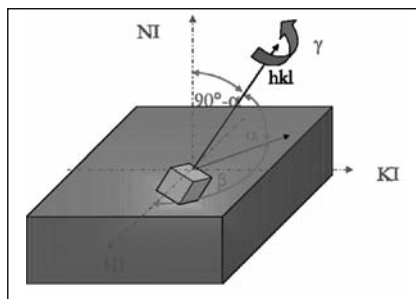
Az α -szög nem más, mint a (hkl) sík normálisának a minta NI-vel bezárt



■ 2. ábra. Fülesedés megjelenése mélyhúzásnál (saját felvétel)



■ 3. ábra. Textúra jellemzése alumíniumban



■ 4. ábra. Elemi cella pozíciójának megadása hengerelt lemezben [9]

$(90^\circ - \alpha)$ szög komplementer szöge, a β -szög a (hkl) sík normálisának a HI és KI által meghatározott síkban HI-vel bezárt szöge, valamint γ -szög, ami a (hkl) sík normálisa körüli forgatásként értelmezhető. Amennyiben polikristályos az anyagunk, ugyanezen paraméterekkel jellemezhető valamennyi szemcséje. Ezen értelmezés szerint elviekben egy polikristályos anyag valamennyi kristályának orientációja megadható a $T^*(\alpha, \beta, \gamma, hkl)$ sűrűségfüggvénnyel. Azonban a gyakorlatban megvalósítható mérés technikákkal ezen értelmezés kiegészítésre szorul.

Nem véletlen az, hogy ez a megközelítés a kristály orientációját, annak egy elemi cellájának valamely síkjával és annak normálisával jellemzi. A diffrakciós módszereknél ezen (hkl) síkok, egészen pontosan {hkl} síkrendszer térbeli eloszlása mérhető. Azonban a gyakorlati mérés-technikával csak az α - és β -szögek határozhatók meg, a γ -szög szerinti elfordulás egy bizonytalanságként jelentkezik. Így azonban, a már ismert $T^*(\alpha, \beta, \gamma, hkl)$ függvény szerinti ábrázolási mód nem alkalmazható. Helyette $T^*(\alpha, \beta, hkl)$ ábrázolási módot választunk, ami egy félkvantitatív textúrajellemzés, az így kapott függvényünk pedig a pólusábra, mely a mérnöki gyakorlatban talán a leggyakrabban alkalmazott anizotrópia jellemzési mód. A 3. ábra a hengerelt és az újrakristályosodott alumíniumlemez {200} síkrendszerrel készült pólus-

ábráját mutatja. A pólusábra konvencionális felvétele során a mintát döntjük és forgatjuk, és detektáljuk az adott síksorozatról diffraktált interferenciafüggvény intenzitásváltozását. Ehhez a mintát a konvencionális diffraktométer mintatartójába kell helyezni, ami egy kb. 40 mm átmérőjű, maximálisan 10 mm vastagságú lemez befogadására képes, ami azt jelenti, hogy a mintát roncsolásosan kell kivágni. Ez sok esetben, például értékes mintadaráb esetén nem lehetséges. Ezért dolgoztuk ki a roncsolásmentes pólusábra mérési módszert központ nélküli röntgendiffraktométerre.

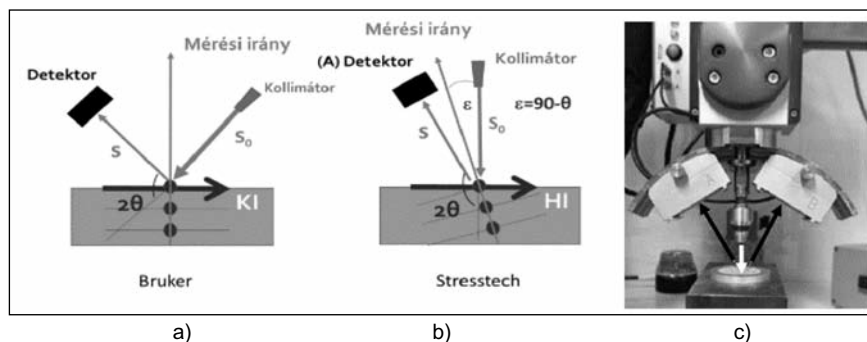
Teljes pólusábra felvételére alkalmas textúra mérési módszer kidolgozása központ nélküli röntgendiffraktométerre

A hordozható feszültségmérő diffraktométerek központ nélküliek, vagyis nem a minta, hanem a berendezés mozgatását valósítják meg. Ez adta az ötletet, hogy ezt a berendezéscsaládot alkalmazzuk anizotrópia vizsgálat-

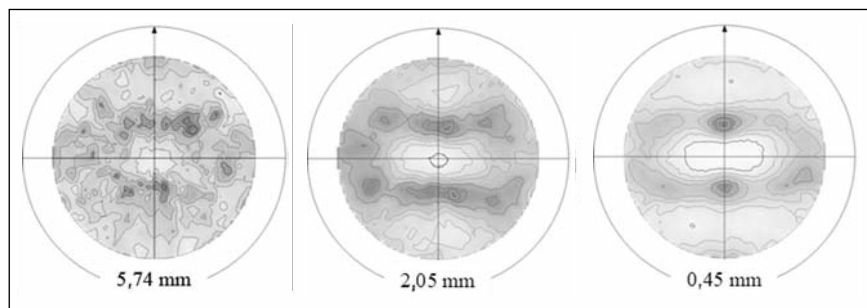
ra is anélkül, hogy roncsolnánk a darabot. Hogy a két módszer közötti átjárás miért nem nyilvánvaló és triviális, azt az 5. ábra mutatja. Azzal, hogy a központ nélküli diffraktométernél a sugár merőlegesen esik a minta felületére, a mért síksorozat normálisa (ami nem más, mint a mérési irány) a minta felületének normálisával ε -szöget zár be. Konvencionális diffraktométernél ugyanazon Miller-indexű síksorozatok közül azokat fogjuk detektálni, amelyek normálisa megegyezik a minta felületének normálisával. Vagyis a két mérés során nem azonos pozícióban lévő síksorozatokat detektálunk, így a két módszerrel meghatározott térbeli eloszlásfüggvény különbözni fog.

Kutatómunkánkban azt tűztük ki célul, hogy meghatározzuk azokat az összefüggéseket, amelyek segítségével elvégezhető a központ nélküli diffraktométerrel a mérés ugyanazon pozícióban lévő síksorozatok detektálásával, mint konvencionális mérés esetében. Ezen összefüggések meghatározása a lehetséges goniométer elrendezési összeállításokra megtörtént [10]. Jelen munkánkban egy olyan ipari felhasználású, gyakorlati példát mutatunk be, ahol a teljes pólusábra meghatározására nincs is szükség. A 2. ábrán mutatott fülesedés jelenségét szabványosított csészehúzó próbával lehet jellemezni. A próbát viszont 3 mm-nél vastagabb lemezből már nem lehet elvégezni, ezért felmerült az igény az ilyen vastag lemezek fülesedésének becslésére. A becsléshez szükséges számításokhoz a pólusábra jellegzetes met-szeteinek a felvétele is elegendő.

Ha megvizsgáljuk az 5. ábra szerinti sugármenetet, akkor a következőkre lehetünk figyelmesek. A konvencionális X mód során $\varphi = 0^\circ$ forgatás mellett az X tengely és a KI egybeesnek, ezért, ha e tengelyek mentén döntünk, a mérési irányunk a HI mentén változik. Ahhoz, hogy a mérési irány az általunk használt központ nélküli diffraktométer Ω módjában is a HI-ba változzon, a mintánkat úgy kell pozícionálni, hogy a HI és az Ω módban felhelyezett detektorok síkja egy síkba essen. Ekkor a mérésünket valóban ugyanabban a



■ 5. ábra. Sugármenet konvencionális (Bruker) és központ nélküli (Stresstech) goniométerben



■ 6. ábra. Hengerelt 3103 típusú alumíniumötvözet {222} pólusábrái különböző vastagságcsökkenés után (5,74–0,45 mm)

síkban hajtjuk végre. Azonban ezen feltétel teljesítése még nem elegendő, ugyanis – amint azt az 5. ábra szemlélteti – $\omega' = 0^\circ$ döntés mellett ε értékkel tér el a mérési iránya a $\chi = 0^\circ$ döntéshez képesti mérési iránytól, ami a konvencionális konfiguráció 0 döntési pozíciójának felel meg. Fontos azonban megemlíteni, hogy maradó feszültség mérésére kifejlesztett berendezések Ω módjának sugármenete nem azonos a konvencionális diffraktométerek Ω módjának sugármenetével. A konvencionális berendezések esetében ω a primer nyaláb és a minta felülete közötti szög, míg jelen esetben ω' a minta felületének normálisa

és a primer röntgennyaláb által bezárt szög. Itt $\omega' = 0^\circ$ a kiinduló állapot, és ekkor a mérési irány a minta normálisával ε -szöget zár be. Következésképpen, szoftveresen is ehhez a kiinduló állapothoz képest lehet megadni a „Tilt Angles” név alatt a döntésszögeket pozitív és negatív tartományban. Az ε -szöget a Bragg-szögből származtatjuk. Mivel a primer és diffraktált nyaláb által bezárt szög a 2θ komplementer szöge így a

$$\varepsilon = (180 - 2\theta) / 2 \quad (1)$$

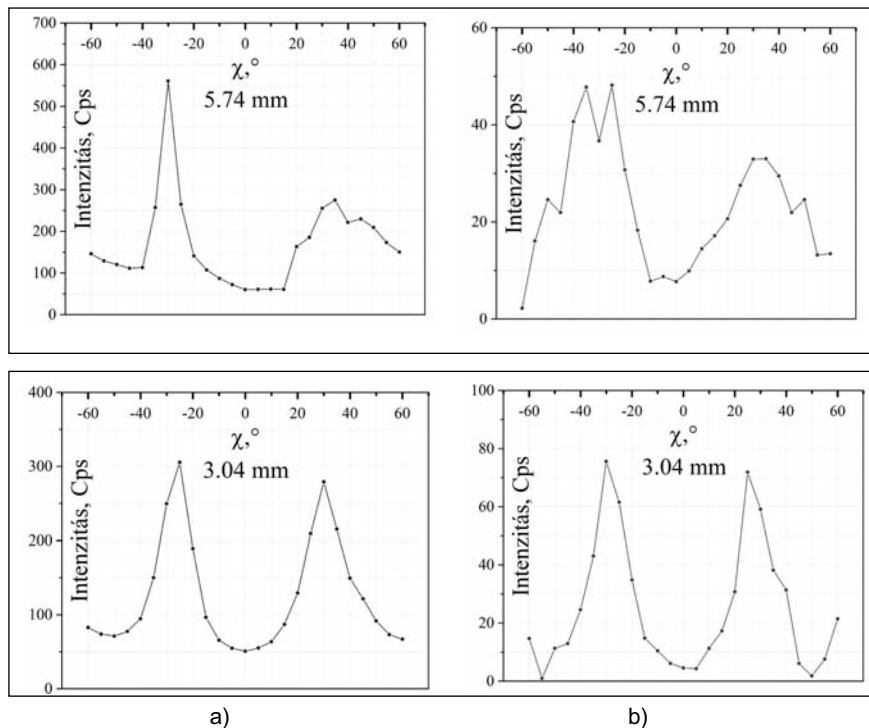
szerint alakul. Ezen összefüggés ismeretében egy tetszőleges χ -szög a

$$\chi_i = \pm \omega' i \pm \varepsilon \quad (2)$$

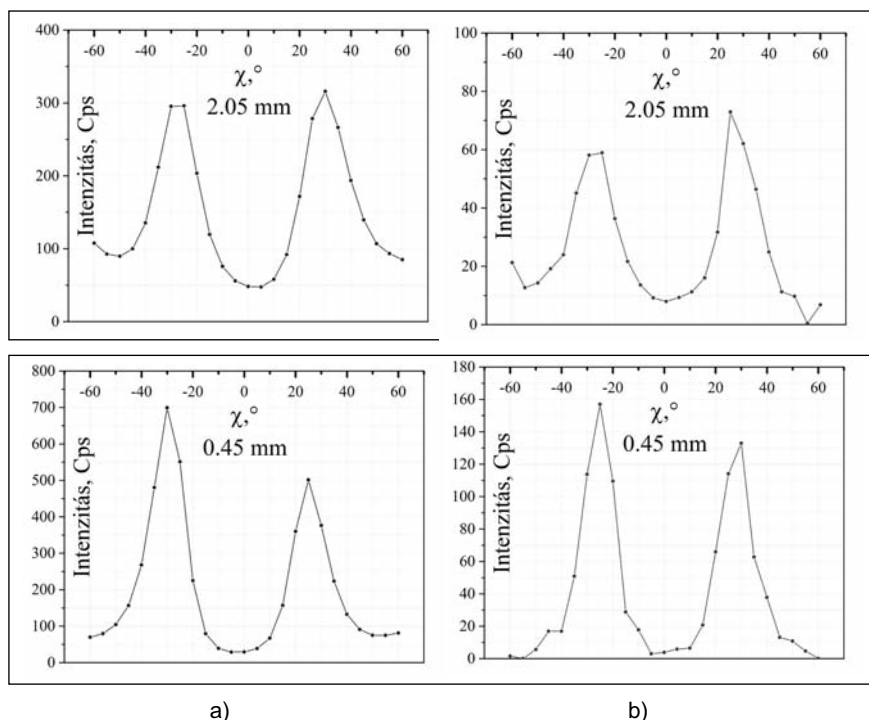
2. táblázat. A pólusábra-mérések körülményei

Vizsgáló berendezés	Bruker D8 Advance	Xstress G3R
Vizsgált minta jelölése:	H17	H17
Anyaga:	Alumínium	Alumínium
Termomechanikus kezelés állapota:	Hidegen hengerelt	Hidegen hengerelt
Bragg-pozíció (311);(222):	94,2°; 99,8°	156,19°
Alkalmazott sugárforrás:	Co röntgencső	Cr röntgencső
Gyorsító feszültség; fűtőáram:	40 kV; 40 mA	30 kV; 8 mA
Kollimátor:	Bragg-szögtől függ 20°(1-3) mm	5 mm
Expozíciós idő:	5 s	2 s

szerint számolható, annak függvényében, hogy a diffraktált nyaláb hol helyezkedik el a primerhez képest. Az 5. ábra c) képén jól látszik, hogy a G3R diffraktométeren két detektor van. Mérés közben lehetőségünk van csak az egyik,



■ **7. ábra.** Hengerelt 3103 típusú alumíniumötvözet {222} pólusábráinak hengerlési irányú χ -metszetei a) konvencionális; és b) központ nélküli diffraktométerrel meghatározva különböző vastagságcsökkenés (5,74–3,04 mm) után



■ **8. ábra.** Hengerelt 3103 típusú alumíniumötvözet {222} pólusábráinak hengerlési irányú χ -metszetei a) konvencionális; és b) központ nélküli diffraktométerrel meghatározva különböző vastagságcsökkenés (2,05–0,45 mm) után

vagy mindkét detektort aktívvá tenni. Az Ω mód esetén a mérési irányok eltérők (egymás inverzei) a két detektorra. Amennyiben az „A” detektor által mért reflexiót vizsgáljuk, úgy az ε előjele negatív, ha a „B” detektorét, akkor

az ε a pozitív, az ω pozitív és negatív előjellel egyaránt rendelkezhet egy mérés során.

Ezen összefüggések elegendőnek bizonyultak, hogy bizonyítsuk feltevé-
sünket, mely szerint a központ nélküli

maradó feszültség mérésére kifejlesztett berendezéssel is vizsgálhatók ugyanazon mérési irányok, mint a konvencionális berendezésekkel, és validáló χ -metszeteket készíthettünk. Méréseinket először a Bruker D8 Advance központos diffraktométerrel kezdtük, és kimértük azokat a reflexiókhoz tartozó pólusábrákat, mely reflexiót a Xstress G3R is lát. A vizsgálatok körülményeit a 2. táblázat foglalja össze. A konvencionálisan meghatározott pólusábrákat a különböző vastagságúra hengerelt lemez esetén a 6. ábra mutatja. Ezen χ -metszetek értékeit pedig a konvencionális és a központ nélküli mérési módszerrel meghatározva a 7. és a 8. ábra mutatja.

Az így, akár roncsolásmentesen meghatározott χ -metszet értékekből egy már korábban bemutatott módszer segítségével [11] a fülesedés értéke becsülhető. Egy ilyen diagramot mutat be a 9. ábra.

Összefoglalás

Munkánkban egy általunk kidolgozott roncsolásmentes textúramérési módszert és annak ipari alkalmazását mutattuk be. A módszer segítségével nagy értékű és/vagy roncsolásos mintavételi eljárás nélkül tudunk pólusábrát, vagy annak speciális metszeteit felvenni. A bemutatott vizsgálat sorozat eredménye szerint az új és konvencionális vizsgálótechnikával teljesen egyenértékű eredmények kaphatók. A mérési módszer segítségével vastagabb lemezek fülesedésének becslése is lehetséges. A vizsgálati módszer jövőbeni alkalmazását nagy értékű, szupravezető nióbium termomechanikus kezelésének monitorozására kívánjuk használni a Miskolci Egyetem és a CERN közötti együttműködés keretében megvalósuló kísérletek során.

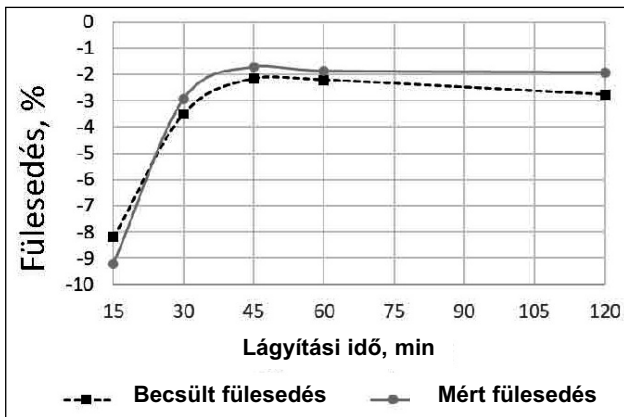
Köszönetnyilvánítás

A cikkben ismertetett kutatómunka az NKFIH K119566 projekt és az EFOP-3.6.1-16-00011 jelű „Fiatalodó és Megújuló Egyetem – Innovatív Tudásváros – a Miskolci Egyetem intelligens szakosodást szolgáló intézményi fejlesztése” projekt részeként – a Széchenyi 2020 keretében – az Európai Unió támogatásával, az Európai

Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

Irodalom

- [1] Bárczy, P., & Fuchs, E. (1981). Metallográfia I. Budapest: Tankönyvkiadó
- [2] Callister, W. D. (2007). Material Science and Engineering, an Introduction. USA: John Wiley & Sons
- [3] Raabe, D. (2016). <http://www.dierk-raabe.com/>. Forrás: <http://www.dierk-raabe.com/>
- [4] Callister, W. D. (2007). Material Science and Engineering, an Introduction. USA: John Wiley & Sons
- [5] Kocks, U. F., Tomé, C. N., & Weng, H. R. (1998). Texture and anisotropy. UK: Cambridge University Press
- [6] Engler, O., & Randle, V. (2010). Introduction to texture analysis. CRC Press
- [7] Suwas, S., & Ray, K. R. (2014). Crystallographic Texture of Materials. London: Springer-Verlag
- [8] Dörner, D., Zaefferer, S., Lahn, L., & Raabe, D. (2006). Overview of Microstructure and Microtexture Development in Grain-oriented Silicon Steel. Journal of Magnetism and Magnetic Materials, 183–186.
- [9] Krawitz, A. D. (2001). Introduction to Diffraction in Materials Science and Engineering. New York: John Wiley & Sons
- [10] Seps, M., Hlaváček, A., Mertinger, V., Benke, M. (2018). Industrial application of a quick, non-destructive anisotropy characterisation method IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. 426 012042
- [11] Benke, M., Hlaváček, A., Piller, I., & Mertinger, V. (2019). Lemezek fűlése és a {h00} pólusábrák közötti kapcsolat. BKL Kohászat, 152(2019/1), 36–39.



9. ábra. Lágyított 3103 típusú alumíniumötvözet fűlése becslése a pólusábrák χ -metszetei alapján

KERESZTES ZOLTÁN – SZABÓ PÉTER JÁNOS

DMLS technológiával gyártott 316L orvostechnikai acél mágneses tulajdonságainak vizsgálata

A 316L acél egy olyan speciális korrózióálló acélfajta, amit gyakran alkalmaznak az orvostechnikában. Ennek oka az olyan tulajdonság, mint a biokompatibilitás, allergiamentesség, és ausztenites szerkezetéből fakadóan nem rendelkezik mágneses tulajdonságokkal. Ezen előnyös tulajdonságok egyike megváltozhat, amennyiben a manapság egyre jobban teret hódító DMLS (Direct Metal Laser Sintering, Direkt Fém Lézer Szinterelés) additív gyártástechnológiát választjuk. A por alapanyagot a munkaasztalra terítve lézer segítségével szintereljük. A folyamat végén egy egyedi, komplex geometriájú munkadarabot kapunk, amely hajlamos mágneses tulajdonságokat mutatni a por alapanyaggal szemben. Az orvostechnikában jóformán lehetetlen megfelelő számú és minőségű kritériumot állítani az alkalmazott fémekkel szemben, de a mágneses jelenségek fennállása az alapanyag azonnali kizárását vonja maga után. Jelen publikáció a DMLS technológia bemutatása mellett az említett berendezéssel gyártott próbatest mágneses tulajdonságait vizsgálja. Az összehasonlíthatóság miatt egy hagyományosan készített 316L munkadarabot is azonos kísérleti körülmények között vizsgáltunk meg. Az EOS M 100 piacvezető DMLS technológiát alkalmazó berendezésével 20 μ m szemcseméretű 316L por alapanyagból készítettük a próbatesteket. A technológiai paraméterekhez a $\varnothing 100 \times 95$ mm hengeres munkatér, 71 W-os Yb-lézer, 821 mm/s szkennelési sebesség és 20 μ m vastagságú rétegek tartoztak. A gyártás Ar-gáz környezetében történt. A mágneses mérésnél mindkét típusú próbatestet először lemágnesítettük. Ezután a mágneses indukció és a mágneses térerősség mérésével felvettük a hiszterézisgörbéket, majd folyékony nitrogénben történő próbatesthűtés után ismételtük a méréseket.

Bevezetés

Korrózióálló acélokat széles körben használnak az ipar számos területén. A ferrites és martenzites acélok ferromágnesesen viselkednek, míg az ausztenites acél paramágneses

anyag [1]. Munkánkban az utóbbi típussal, a 316L ausztenites, korrózióálló acéllal foglalkozunk. Felhasználását tekintve széles körben megtalálhatóak olyan területeken, mint az épületgépészet, autóipar, háztartási eszközök, hadiipar, orvostechnika [2].

Minden felhasználási terület magában foglalja a sajátos követelményeit, de az orvostechnika speciális eset, lényegében a biológia és a mérnöki tudományok összekapcsolása, ahol egy ősi álom elérése a cél. Ez a feladat pedig az, hogy bármilyen nem megfe-

előlőn működő szerv, szervrendszer teljes vagy részleges cseréje megvalósítható legyen, miután a páciens változatlan vagy akár teljesebb életet élhet. Nagy segítséget jelent az említett célkitűzés elérésében az additív gyártástechnológia bevonása és fejlesztése. Az orvoslásban a legnagyobb előnyt a testreszabhatóság jelenti. Ez mind a sebészeti eszközök, mind az egyéb sebészeti termékek, implantátumok esetében jelentős fejlődésnek tekinthető. A betegspecifikus implantátumok a műteti idő redukálásában és a gyógyulási időtartam drasztikus csökkentésében nagy szerepet játszanak [3]. Az additív gyártástechnológiával készített orvostechnikai eszközöknek vannak olyan tulajdonságai, amik a hagyományos termékekhez képest hátrányként kezelendők. Ilyen nem kívánatos tulajdonságmódosulás a mágneses paraméterek változása.

Számos kutatás található a szakirodalomban, ahol beszámoltak olyan jelenségekről, miszerint DMLS technológiával való gyártás során a 316L alapanyagú próbatestek mágneses jelleget mutattak. Kutatásunk során EOS M 100 DMLS technológiát alkalmazó berendezésével gyártottunk 316L por alapanyagból próbatesteket, amelyeket gyártás után lemágneseztünk, majd mértük a mágneses térerősséget és a mágneses indukciót, melyekhez saját készítésű mérőberendezést és LabView programot használtunk. Fontos megemlíteni, hogy a vizsgálatok az alapanyagra és a gyártástechnológiára vonatkoznak, nem pedig DMLS technológiával gyártott implantátumokra. Az utóbbi esetben a szabványok kimondják, hogy az elkészült orvostechnikai eszközt mágneses térbe kell helyezni, ahol annak kimozdulási szögét monitorozzák, amiből eldönthető, hogy alkalmazható-e az adott termék vagy sem. A publikáció első részében bemutattuk az alkalmazott technológiát is.

1. táblázat. Fém alapanyagú additív gyártástechnológiák csoportosítása

Porágyas rendszerek	Poradagoló rendszerek	Huzalrendszerek
A munkaasztalra szórt por alapanyag terítékből készíti el a munkadarabot	A por folyamatos adagolása mellett lézerrel szinterelnek	Huzal alapanyag folyamatos adagolásával történik a gyártás

Additív gyártástechnológia

Az additív gyártástechnológia lényegében az új megnevezése a gyorsprototípus-gyártásnak, amely megfelelőben fejezi ki a lezajló folyamatokat. Manapság egyre gyakrabban találkozhatunk a 3D nyomtatás kifejezéssel, amit sokan tévesnek ítélnék. Látható, hogy a technológia bonyolultsága már a megnevezésben is megmutatkozik, természetesen mindegyik mellett találhatunk támogató és elítélő véleményeket.

A folyamatos fejlesztéseknek köszönhetően mára számos additív gyártástechnológia-fajta létezik, a főbb különbségek a felhasznált alapanyagban, a rétegek lerakásában és a rétegek egymáshoz kötésében található [4]. Általánosságban mindegyikre igaz, hogy az első lépés egy számítógépes modell elkészítése. Ezt a modellt akár valamilyen tervezőprogram segítségével készíthetik, akár valamilyen szkennelési módszert is alkalmazhatnak. A szkennelés alapja *Francois Willème* francia festő és szobrász nevéhez kapcsolódik, aki úgy alkotta meg szobrainak modelljét, hogy arról 24 szögben fényképeket készített. Ennek a módszernek fotószobrászat a neve [5]. A 3D-s modelltől a választott additív gyártástechnológia rétegről rétegre felépíti a 3D-s végterméket. A rétegek szoftver segítségével 2D-s síkokra bontott alpmodellelemek, amelyeket megfelelő sorrendben egymásra rakva megkapjuk a virtuális 3D-s test valós, kézzelfogható mását [6]. Ez a technológia számos előnnyel rendelkezik más gyártástechnológiákhoz képest. Az egyes munkadarabok igény szerint

változtathatóak és személyre szabhatóak, nem szükséges speciális szerzőszámosság, minimális az anyagvesztés és rendkívül bonyolult, komplex geometriák is egyszerűen gyárthatóak heterogén anyagválasztékkal [7].

Gyártástechnológiák szerinti csoportosításuk – csakúgy, mint a fajták – számos szempont alapján történhet. Jelen publikáció a fémekre összpontosít, így a fém alapanyagokat használó technológiákkal foglalkozik.

Az 1. táblázatban bemutatott csoportok mindegyikéhez több kisebb alcsoport is tartozik, ahogy az általunk használt DMLS is egy porágyas rendszerű additív gyártástechnológia, ahol 3D-modell alapján tudunk funkcionális alkatrészeket felépíteni gyors és egyszerű módon, szerszámok nélkül. A felépítés során rétegről rétegre terített porszemcséket olvasztanak össze egy koncentrált, nagy energiájú pásztázó lézernyaláb felhasználásával. Minden egyes rétegnél csak azon a területen történik a fémpor összeolvasztása, ahol a modell adott magasságában lévő szelete azt megkívánja [8]. A berendezés általános működése a következő (1. ábra):

1. A porterítő minden nyomtatási ciklus elején egy körülbelül 0,02-0,04 mm vastag porrétet terít le egyenletesen az építési területen, amelyet ezután egy nagy energiájú lézer az előre meghatározott területeken lokálisan megolvast.

2. A következő lépésben a porterítő alaphelyzetbe áll, az alapanyagtaró tartály megemelkedik pontosan egy rétegvastagságnyi, míg az építési asztal egy rétegvastagságnyi le-süllyed. Ezután a porterítő egyenletesen szétteríti a következő réteget.

3. A szinterelő lézer az újonnan szétterített réteget a geometriai modellnek megfelelő helyeken meg- illetve ráolvastja, és ez így megy tovább rétegről rétegre.

4. Ahogy a munkadarab rétegről rétegre épül, úgy süllyed egyre mélyebbre a munkaasztal síkja és emel-

Szabó Péter János: okleveles villamosmérnök, a BME Anyagtudomány és Technológia Tanszékének tanszékvezető egyetemi tanára. 1995-ben PhD-fokozatot szerzett a nagy felbontású röntgen vonalprofil-analízis témaköréből, 2013-ban elnyerte az MTA doktora címet. Fő kutatási területe az anyagok elektronmikroszkópos vizsgálata, ezen belül a szemcsehatások szerepének tisztázása egyes fémfizikai folyamatokban.

Keresztes Zoltán: okleveles gépészmérnök, a BME Anyagtudomány és Technológia Tanszékének tanársegédje és doktorandusza. Kutatási témája az additív gyártástechnológia, ezen belül a speciális fém alapanyagú technológiák, az orvostechnológiában alkalmazott biokompatibilis ötvözetek és fémmátrixú kompozitok.

kedik egyre magasabbra az alapanyagtároló.

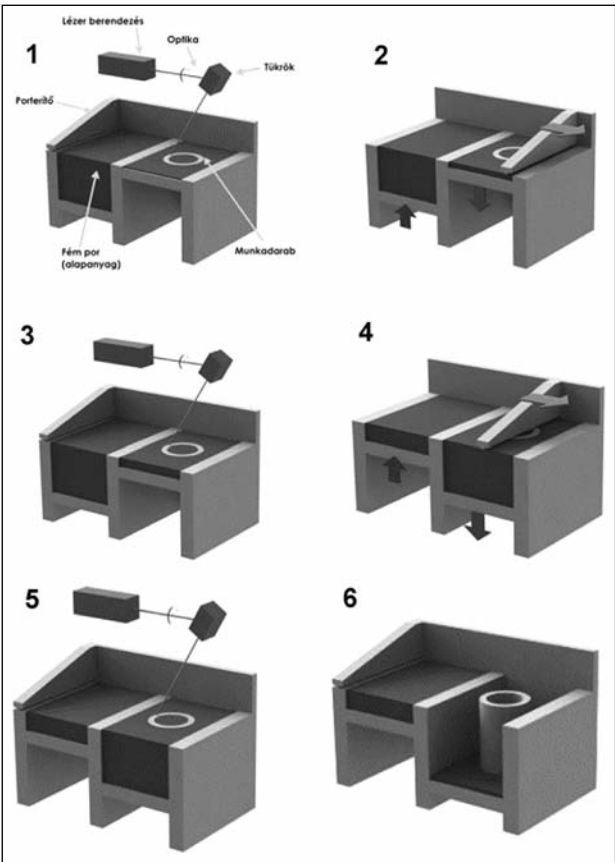
5. Amikor az utolsó réteg is elkészül, az építési folyamat a végéhez ér. Ezután egy szitán keresztül a meg nem olvasztott por visszajut a tartályba.

6. A munkadarab támasz- anyaggal kapcsolódik a munkaasztalhoz, aminek szerepe a könnyebb eltávolíthatóság és a munkadarab szinterelés közbeni vetemedésének szabályozása.

A DMLS technológia megjelenése egyre gyakoribb mind a gyártásban, mind a kutatási és fejlesztési területeken. Modern kori megfontolás alapján az a célja, hogy szoftveresen megtervezett komplex geometriájú, egyedi, akár heterogén anyagösszetételű gyártmányokat hozzunk létre, más technológiák kizárásával. Ez a cél ugyan távoli, de az említett rohamos fejlődésnek köszönhetően nem lehetetlen.

Az olyan technológiák, mint a hőkezelés, utómunkálás, felületi kezelések szerves részét képezik a DMLS folyamatnak.

Az alapanyagok tekintetében szintén sok választási lehetőség adott. A teljesség igénye nélkül a kereskedelmi forgalomban kapható különböző korrózióálló acél, szerszámacél, alumínium – és titán porkeverék, melyekről a gyártó által közölt rövid összefoglalást a 2. táblázat tartalmaz.



■ 1. ábra. A DMLS technológia általános működésének lépései sematikus ábrákkal

Anyag és technológia

A vizsgálatainkhoz az orvostech- níkában is gyakran használt 316L korrózióálló acélt alkalmaztunk por alapú formában (egyéb felhasználási terü- letek többek között a repülőgépipar, autóipar, mechanikai alkatrészek). Az orvostech- níkában biokompatibilis tulajdonsága – azaz az anyag azon képessége, hogy adott alkalmazás esetén megfelelő reakciókat váltson ki

a fogadó szövetekből – teszi jól használhatóvá. Az emlí- tett definíció természetesen önmagában nem elegendő, hiszen a termék gyártásánál, beültetésénél és üzemelésé- nél is kiemelt figyelmet kell szánni a biokompatibilitásra. Kémiai összetételét a 3. táb- lázat, főbb fizikai és mecha- nikai tulajdonságait pedig a 4. táblázat foglalja össze.

A biokompatibilis anya- goknak rendkívül sok kritéri- umnak kell megfelelni, és ez így van az általunk vizsgált 316L korrózióálló acéallal is. Az egyik ilyen feltétel a ferro- mágneses tulajdonságok hi- ánya. Amennyiben az adott biokompatibilis anyagból ké- szített implantátum, protézis ferromágneses tulajdonsá- gokkal rendelkezik, az lokáli- san, vagy a szervezettel kialakított kapcsolódási hely- től távolabb akár végzetes is lehet. Erre egy példa a mágnesesrezonancia-vizs- gálat, ahol a ferromágneses

tulajdonságú anyagok jelenlétét tiltják. Vizsgálatainkhoz alkalmazott 316L acél paramágneses, azonban additív gyártástechnológiát használva jelen- tős változásokon megy keresztül. Az általunk használt EOS M 100 beren- dezés (2. ábra) DMLS technológiát alkalmaz, azaz lézer segítségével szintereli a por alapanyagot. A szem- csék mérete 20 µm, melyet a porterítő a Ø 100 × 95 mm hengeres munka- térbe szór szét. A szinterelést 71 W-

2. táblázat. Leggyakrabban alkalmazott alapanyagok DMLS technológiánál

Anyag megnevezés	Anyagtípus	Felhasználási terület
DirectMetal 20	Bronzalapú keverék	Fröccsöntő szerszám, funkcionális prototípus
EOS MaragingSteel MS1	18 Mar 300 / 1.2709	Fröccsöntő szerszám, műszaki alkatrészek
EOS StainlessSteel GP1	Korrózióálló acél 17-4 / 1.4542	Funkcionális prototípusok, műszaki és orvostech- níkai alkatrészek
EOS StainlesSteel PH1	Keményíthető korrózióálló acélok	Funkcionális prototípusok, műszaki és orvostech- níkai alkatrészek
EOS CobaltChrome MP1	CoCrMo szuperötvözetek	Funkcionális prototípusok, műszaki és orvostech- níkai alkatré- szek, fogászat
EOS CobaltChrome SP1,2	CoCrMo szuperötvözetek	Fogászat
EOS Titanium Ti64	Ti6Al4V	Funkcionális prototípusok, repülőgép– és autóipar, orvostech- níka
EOS Titanium TiCp	Ti	Funkcionális prototípusok, orvostech- níka

3. táblázat. 316L korrózióálló acél kémiai összetétele EOS adatlap által (wt%)

Kémiai elem	Cr	Ni	Mo	C	Mn	P	S	Si	Ni	Fe
(%)	16–18	10–14	2–3	0,03	2	0,045	0,03	0,75	0,1	Maradék

os Yb-lézer végezte, 821 mm/s szkennelési sebességgel. Az egymást követő rétegek vastagsága 20 µm volt. A lézer maximális teljesítménye 200 W, a szkennelési sebesség maximuma 8 m/s lehet. Gyártást követően azonos méretű hasáb alakú próbatesteket munkáltunk ki az additívan és a hagyományosan gyártott anyagokból.

Vizsgálati módszerek

A vizsgálathoz a 3. ábrán látható mérési összeállítást használtuk. A rendszer közepén található tekercsgyűrűn keresztül helyezzük el a munkadarabot, és mérjük egyrészt a gerjesztőáramot, másrészt a kimeneti tekercsen indukált feszültséget. Ez a kimenő feszültség elsősorban a munkadarab mágnesességétől függ, hiszen gerjesztés hatására indukálódó mágneses erővonalak ezen keresztül haladnak. A két oldalról rátolt, a munkadarabhoz képest nagyságrendekkel nagyobb – ideális esetben végtelen kiterjedésű – keresztmetszetű acélpátkó a megfelelően nagy keresztmetszet-különbséget garantálja, ami a valós és felhasználható mérési eredményeket biztosítja a mérendő munkadarabon. Az ábrán látható jelölések sorban G: gerjesztő tekercs menetszáma, D: detektor tekercs

4. táblázat. 316L korrózióálló acél mechanikai tulajdonságai EOS adatlap által, ahol H a horizontális, V a vertikális irányt jelöli

Tulajdonság	Érték	
	H	V
Szakítószilárdság, R _m (MPa)	640 ± 50	540 ± 55
Folyáshatár, R _{p0,2} (MPa)	530 ± 60	470 ± 90
Young-modulusz, E (GPa)	185	480
Szakadási nyúlás, A (%)	40 ± 15	50 ± 20
Keménység, HRB	89	



2. ábra. Az EOS M 100 berendezés

menetszáma, L: a mért minta hossza. A mérések megkezdése előtt a munkadarabokat 1 Hz-es, csökkenő amplitúdójú szinuszos gerjesztéssel lemágneseztük (4. ábra). A lemágnesezést és a mérést LabVIEW program

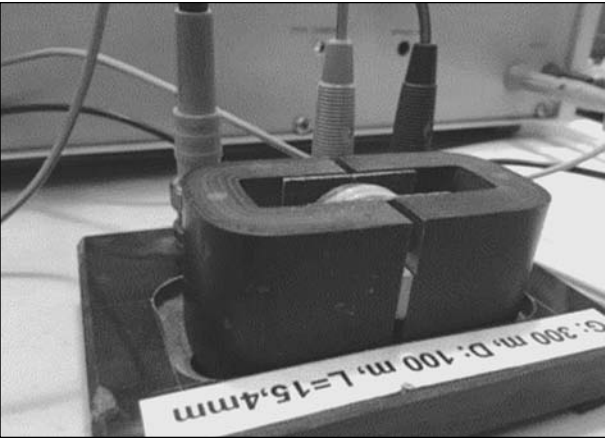
vezérelte és rögzítette az eredményeket. A mérés 400 adatpontból álló hiszterézisgörbét tartalmaz 100 ciklusban, miközben a gerjesztő áram 4 A volt.

Eredmények

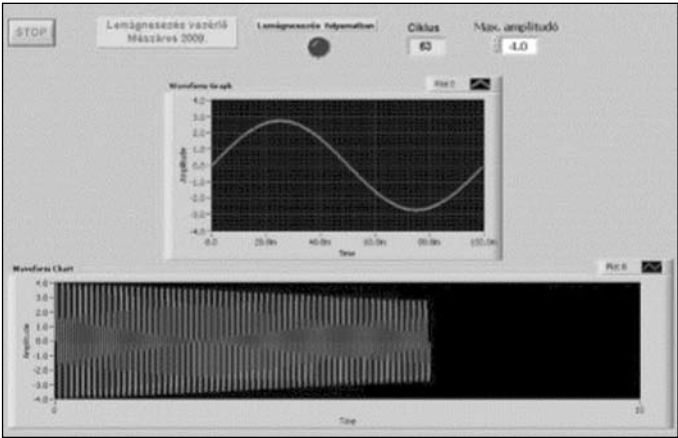
A munkadarabokat két hőmérsékleten vizsgáltuk. Az első szobahőmérsékleten, míg a másodikat folyékony nitrogénbe mártottuk és lehűtöttük – 196 °C-ra. Hirtelen hűtés hatására α-martenzit alakulhat ki, amely térben középontos köbös rácsszerkezetű és ferromágneses tulajdonságokat mutat. A mérések a mágneses tér erősségét és a mágneses indukciót mutatják.

Az 5. ábrán jól látszik, hogy a hűtésnek ki nem tett munkadarab esetében kisebb a maximális mágneses indukció értéke, habár a különbség nem jelentős, és abszolút értékben mindkét esetben rendkívül alacsony. A grafikon lépcsős szerkezete a kis értékeknek köszönhető, hiszen a mérési összeállításunk pontossága 0,001 T, amin a két mérés átlaga (0,0005 T „pontosság”) sem finomított eleget. A 6. ábra a hagyományosan gyártott próbatest mágneses indukcióját és mágneses térerősségét mutatja.

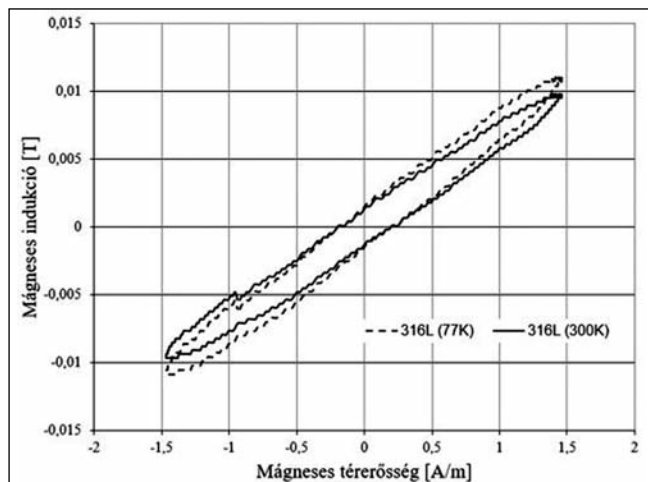
Az 5. táblázat a maximális értéket, a koercitív térerősséget (H_C) és a remanens indukciót (B_r) szemlélteti a két különböző anyag hiszterézisgörbéjéből leolvasva.



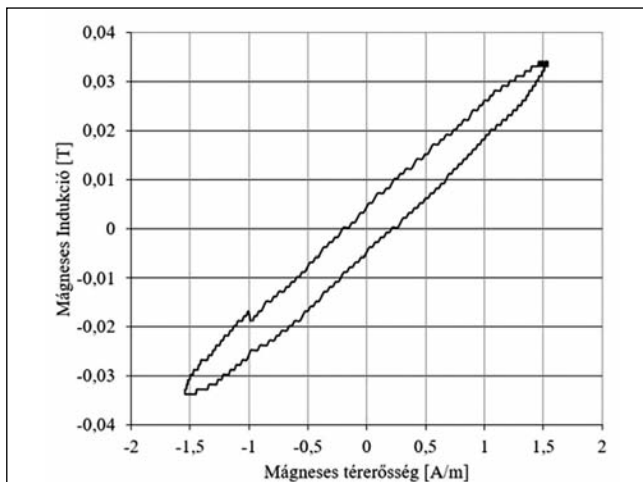
3. ábra. A mérési összeállítás (G: 300 menet, D: 100 menet, L = 15,4 mm)



4. ábra. A lemágnesezés folyamata LabVIEW program alkalmazásával



■ 5. ábra. Additívan gyártott 316L acélok hiszterézisgörbéi szobahőmérsékleten (27 °C) és hűtött állapotban (-196 °C)



■ 6. ábra. Hagyományosan gyártott próbatest hiszterézisgörbéje

Konklúzió

A hiszterézisgörbékből két fontos megállapítás következik. Az első, hogy mindegyik paraméter rendkívül kicsi mindkét technológiával készült próbatestnél. A másik, hogy a görbék nagyon hasonló alakúak. Az additív gyártástechnológiával készült próbatestek mind hűtést követően, mind szobahőmérsékleten közel azonos mágneses indukciót és mágneses térerősséget mutattak. Az értékek közel állnak egymáshoz és a zérushoz is. Ahhoz, hogy egyértelműen orvostechnikai szempontból használhatónak nyilvánítsuk az anyagot, a vonatkozó szabványokat kell figyelembe venni. Több szabvány is foglalkozik a témakörrel, ahol egyértelmű határérték nincs megszabva egyik mért értékhez sem. Az ASTM F2052, ASTM F2213, ASTM F2503 és az ISO/TS 10974:2018 szabványok általánosan MR-vizsgálatoknál (mágneses rezonancia) tartják veszélyesnek az anyag mágneses tulajdonságait. Anyag szempontjából mérettől, geometriától és a felhasználás helyétől teszük függővé az alkalmazhatóságot. A szabványok általánosan megfogalmazzák, hogy az MR-berendezést 1,5 T mágneses indukció jellemzi, míg az általunk mért értékek ezt meg sem közelítik. 3D nyomtatott esetben 0,8%, míg a hagyományosan gyártott próbatestnél 2,27% a maximális mágneses térerősség az 1,5 T-hoz viszonyítva.

5. táblázat. 3D nyomtatott és hagyományosan gyártott próbatestek hiszterézisgörbéiről leolvasott jellegzetes értékek és a szórások

3D nyomtatott 316L (77K)	Tulajdonság	Hagyományosan gyártott 316L
0,012	Max. mágneses indukció (B_{max}) [T]	0,034
$1,49 \times 10^4$	Max. mágneses térerősség (H_{max}) [A/m]	$1,51 \times 10^4$
$0,33 \times 10^4$	Koercitív térerősség (H_c) [A/m]	$0,19 \times 10^4$
0,0039	Remanens indukció (B_r) [T]	0,0042
0,008	Mágneses indukció szórása (B)	0,02
0,99	Mágneses térerősség szórása (H)	1,089

Továbbá fontos megemlíteni, hogy az orvostechnikai gyakorlatban kész termékek mágneses vizsgálata történik. Ennek lényege, hogy az implantátumot 1,5 T mágneses térbe helyezik adott pozícióval, és megvizsgálják, hogy ebből a kezdeti állapotából mekkora szögben tér ki. Jelen publikáció az alapanyag mágneses tulajdonságait vizsgálja, egyedi mérési berendezéssel. Jövőbeli tervként fogalmazódik meg egy azonos geometriájú próbatest – mint amivel jelen méréseket végeztük – 1,5 T mágneses térbe helyezése és alappozíciójából való kitérésének mérése. Az így kapott eredmények már összevethetőek lesznek a gyakorlati vizsgálati módszer eredményeivel. További cél, hogy additívan 316L por alapanyagból gyártott implantátumot is alkalmazzunk mint próbatestet.

Köszönetnyilvánítás

A projekt a Nemzeti Kutatási és Innovációs Hivatal támogatásával az NKFIH Alapból valósul meg, a projekt címe: „Egyénre szabott orvos-biológiai

implantátumok és segédeszközök új generációs gyártási folyamatának kidolgozása additív technológiákra”; a pályázat azonosító száma: NVKP_16-1-2016-0022. A szerzők köszönik a támogatást.

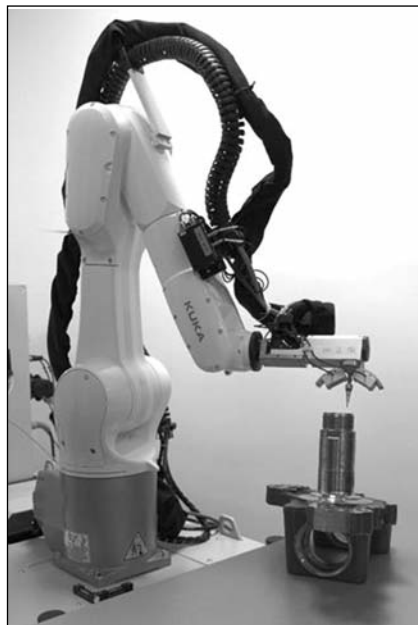
Irodalom

- [1] Introduction to Stainless Steels, Chapter 1, Alloy Digest Sourcebook, 2000
- [2] J. J. H. Lim, I. R. C. Malheiros, G. Bertali, C. J. Long, P. D. Freyer, M. G. Burke: Comparison of Additive Manufactured and Conventional 316L Stainless Steels, Microscopy and Microanalysis, 2015
- [3] H. N. Chia, B. M. Wu: Recent advances in 3D printing of biomaterials, Journal of Biological Engineering, 2015
- [4] I. Gibson, D. Rosen, B. Stucker: Additive Manufacturing Technologies, Springer, 498, 2014
- [5] R. A. Szobieszek: Sculpture as the Sum of Its profiles: Francois Willème and Photosculpture in France, The Art Bullerin, 617–630, 1980
- [6] S. Bose, D. Ke, H. Sahasradubhe, A. Bandyopadhyay: Additive manufacturing of biomaterials, Progress in Materials Science, 2017
- [7] D. Rejeski, F. Zhao, Y. Huang: Research need and recommendations on environmental implications of additive manufacturing, Additive Manufacturing, 21–28, 2018
- [8] T. Duda, L. V. Raghavan: 3D Metal Printing Technology, IFAC- Papers' OnLine, 103–110, 2016 [6]



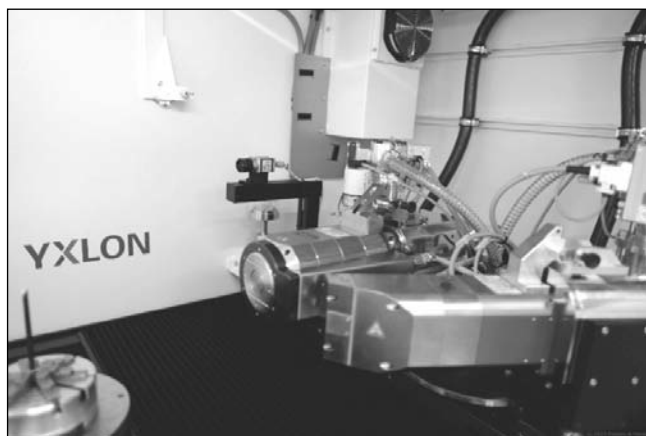
Új dimenzió az anyagvizsgálatban, szolgáltatásban, kutatásban

A Miskolci Egyetem Alkalmazott Anyagtudomány és Nanotechnológia valamint a Fenntartható Természeti Erőforrás Gazdálkodás Kiválósági Központjainak szakmai hozzáértésén alapuló, új, nemzetközileg is versenyképes, kutatási és fejlesztési szolgáltatások nyújtására alkalmas infrastruktúra átadása történt augusztus 29-én egy két és fél éves projekt eredményeképp. A Miskolci Egyetem területén kialakított új laborkörnyezetben négy, nemcsak hazai szinten, de világviszonylatban is egyedi berendezés kezdte meg működését. A fejlesztés célja volt, hogy az új labor és a hozzá tartozó szakmai kompetencia komplex választ tudjon adni az anyagok térbeli (3D) szerkezetével kapcsolatos kérdésekre, legyen szó fémről, kőzetről, szerves vagy kompozit anyagról széles mérettartományban a centiméterestől a nanométeres nagyságrendig. A megoldandó probléma is sokrétű lehet: tartozhat az alapkutatásokhoz, nyersanyagkutatáshoz, anyag- és termékfejlesztéshez, lehet gyártással, tönkremenettel vagy élettartammal kapcsolatos. A 3D Lab készen áll a gyors, szakszerű és komplex válaszadásra. A labor eredményes működésének köszönhetően 2024 végére a Miskolci Egyetem kilenc új kutatói munkahelyet teremt és könnyebbé teszi az egyetemi kutatók bekapcsolódását nagy nemzetközi kutató hálózatokba. A projekt sikeres megvalósítása kulcsszerepet játszott abban, hogy sor került a Miskolci Egyetem és a genfi székhelyű Európai Nukleáris Kutatási Szervezet (CERN) közötti együttműködés aláírására 2019 tavaszán.



■ 1. kép. XStress Robot

Az **XStress Robot** (1. kép) egy innovatív, maradó feszültség mérésére kifejlesztett, országosan egyedülálló eszköz. A röntgencső a goniométer tartozékokkal egy robotkarra van implementálva, ami gyors mozgási lehetőséget biztosít az egyes mérési pontok



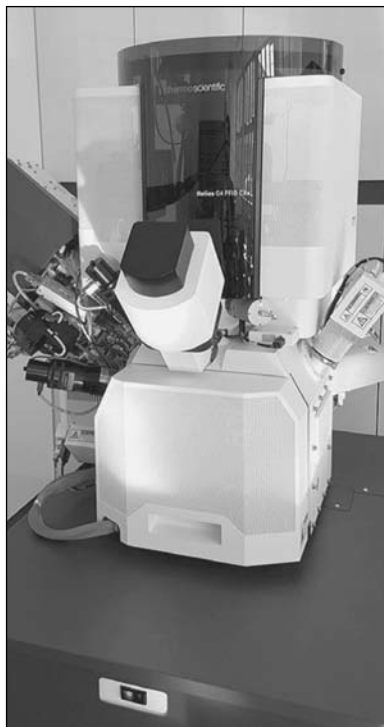
■ 2. kép. YXLON FF35 computer tomográf

közt, valamint a szükséges mozgásokat nagy szabadsági fokkal tudja elvégezni. Maradó feszültség és maradékausztenit-mérés nagy pontossággal, roncsolásmentesen végezhető el a munkadarabok felületén. Elektrokémiai maratással mélységi profil is meghatározható. Saját szabadalmaztatott módszerünk alkalmazásával roncsolásmentes pólusábra felvételére is lehetőség van. Szenior/junior szakértő: *prof. dr. Mertinger Valéria / Sepsi Máté.*

Az **YXLON FF35 computer tomográf** (2. kép) röntgensugárral működő, az anyagok teljes szerkezetét háromdimenziósan leképezni képes eszköz. Országosan egyedülálló duál csöves elrendezésének köszönhetően egyesíti a nagy mintaméretű – közepes felbontású, illetve a kisebb mintaméretű – nagy felbontású üzemmódok adta lehetőségeket. A vizsgálható objektumok méretüket, illetve anyagi összetételüket tekintve széles skálán helyezkednek el. Nemcsak a belső anyagfolytonossági hibák, rendszámon alapuló kontrasztkülönbségek kimutatására alkalmas, hanem a metrológiai funkció adta lehetőséggel teljes geometriai rekonstrukciót és mérést biztosít 3D-ben, nagy pontossággal és CAD modellel való megfeleltetéssel. Szenior/junior szakértők: *prof. dr. Gácsi Zoltán / Filep Ádám, Bubonyi Tamás.*

A negyedik generációs Schottky téremissziós **Thermo Scientific Helios G4 PFIB Cx**e pásztázó elektronmikroszkóp (3. kép) akár 0,6 nm méretfelbontásra is képes. A kor-

relatív UV-lézeres elővágást a Thermo Scientific mérnökei a 3D labor igényeihez fejlesztették ki, amivel dupla pont vágás is létrehozható. Az egész közép-európai régióban egyedülálló induktív csatolású fókuszált Xe-plazmasugár nagy anyagmennyiség és terület (több tízezer μm^2) gyors megmunkálását teszi lehetővé a mikroszkóptérben. A precízen fókuszált és vezérelt plazmanyalábbal, akár 3 nm-es szeletek is készíthetők, melyek térbeli rekonstrukciója után a minta nagyfelbontású 3D elem térképe és EBSD térképe is előállítható. STEM pásztázó transzmissziós üzemmódban az elkészített TEM-lamellák sötét és világos látóterű képi és kémiai összetétel vizsgálatára is van mód. Pt- és C-tartalmú segédgáz (bővíthető) befecskendezési lehetőség, amivel nanométeres-mikrométeres struktúrák építhetők. Szenior/junior szakértők: dr. Zajzon Norbert / Leskó Máté, dr. Koncz-Horváth Dániel, Papp Richárd.



■ 3. kép. Thermo Scientific Helios G4 PFIB CxFe pásztázó elektronmikroszkóp

menziót biztosít az adatfeldolgozásban és mérési dinamikában. A gyors adatrögzítési lehetőség a berendezés másik unikalitásában, az 1200 °C-ig fűthető kamrában csúcsosodik ki. Nagyon gyors folyamatok in situ vizsgálatára ad lehetőséget védőgáz- vagy vákuumatmoszférában. A készülék kisszögű röntgenszórás (SAXS) és röntgen reflektometriai (XRR) mérésekre is alkalmas. Az alacsony- és kisszögű mérésekhez szoftveresen vezérelt levegőszórást csökkentő részeltét van, így 0,01° (2 θ) szögtől végezhető vizsgálat. Szenior / junior szakértők: dr. Kristály Ferenc / dr. Nagy Erzsébet, Hlavács Adrienn.

A 3DLab a „Nemzetközileg versenyképes kutatási fejlesztési és innovációs szolgáltatások nyújtására alkalmas infrastruktúra megerősítése a különleges anyagok fejlesztése területén a Miskolci Egyetem Kiválósági Központjaiban” című GINOP-2.3.3-15-2016-00024 projekt keretében,

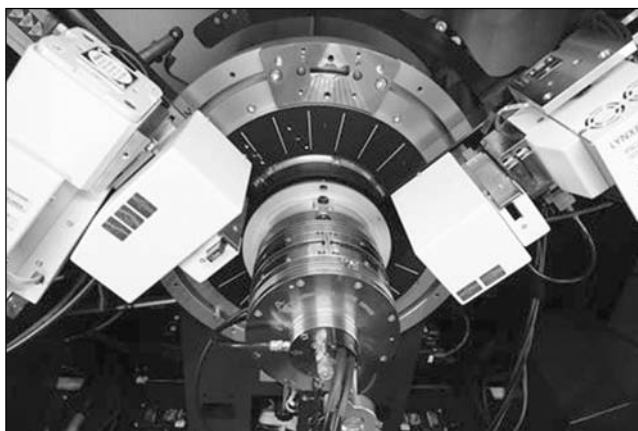
877.913.179 Ft, vissza nem térítendő, európai uniós támogatás segítségével, a Széchenyi 2020 program keretében valósult meg.

A projektről bővebb információt a <http://3dlab.test.uni-miskolc.hu> és a <http://3dlab.uni-miskolc.hu/oldalakon> olvashatnak.

További információ kérhető: prof. dr. Mertinger Valéria, 3dlab@uni-miskolc.hu; +36 (30) 218-3699

Prof. Dr. Mertinger Valéria

A Bruker D8 Discovery készülék (4. kép) egyedi röntgenoptikai és geometriai megoldásokat tartalmaz, DaVinci vezérléssel, push-plug automatikus feltétfelismeréssel és függőleges θ - θ gonio méterrel. A párhuzamos és a Bragg-Brentano nyalábgeometria, a kapilláris mintatartó és a motorizált asztal változatos méretű, mennyiségű és geometriájú minta vizsgálatára ad lehetőséget. A helyzetérzékeny félvezető detektor egy egészen új di-



■ 4. kép. Bruker D8 Discovery készülék

Minden kedves Tagtársunknak, Olvasónknak

boldog, békés karácsonyi ünnepeket,

sikerekben gazdag új esztendőt és jó egészséget kíván

a BKL Kohászat szerkesztősége

A Miskolci Egyetem Műszaki Anyagtudományi Kar rövid hírei 2019. augusztus-október

• A 3D Lab megnyitója 2019. augusztus 29-én

Világ színvonalú kutatási és szolgáltatási infrastruktúrát adtak át a Miskolci Egyetemen.

Négy, nemcsak hazai szinten, de világviszonylatban is egyedi berendezés kezdte meg működését a napokban a 3D laborban, vagyis a Miskolci Egyetem területén kialakított új labor-környezetben (1. kép). A 3D labor és az azt működtető magasan képzett személyzet (nagyreszt a Műszaki Anyagtudományi Kar oktatói és kutatói) komplex választ tud adni az anyagok térbeli (3D) szerkezetével kapcsolatos kérdésekre, legyen szó fémről, közetről, szerves vagy kompozit anyagról.

A két és fél éves projekt eredményeképp létrejött fejlesztés sikeres megvalósítása kulcsszerepet játszott abban, hogy 2019 tavaszán sor került a Miskolci Egyetem és a genfi székhelyű Európai Nukleáris Kutatási Szervezet (CERN) közötti együttműködés aláírására.

Az új műszerekről szóló ismertető az anyagtudomány rovatban olvasható.

• A Díszoklevél-átadó ünnepség 2019. augusztus 30-án

A Kari Tanács javaslatára a Miskolci Egyetem Szenátusa 1949-ben a Nehézipari Műszaki Egyetemen Sopronban kohómérnöki oklevelet szerzett egy kolléga – *dr. Pilissy Lajos* – részére rubinoklevelet, 1954-ben a Rákosi Mátyás Nehézipari Műszaki Egyetemen kohómérnöki oklevelet szerzett 7 kolléga részére vasoklevelet, 1959-ben a Nehézipari Műszaki Egyetemen kohómérnöki oklevelet szerzett 8 kolléga részére gyémántoklevelet és 1969-ben a miskolci Nehézipari Műszaki Egyetemen kohómérnöki oklevelet szerzett 33 kolléga részére aranyoklevelet adományozott.

• Kitüntetésátadó ünnepség 2019. szeptember 6-án

Karunk részéről doktori oklevelet vehetett át: *Boros Renáta Zsanett* és *Radányi László Ádám*.

Pro Universitate kitüntetésben részesült *dr. Mertinger Valéria* professor asszony.

Signum Aureum Universitatis kitüntetésben részesült *dr. Marossy Kálmán* professor.

Miskolci Egyetemért Érdemérem kitüntetésben részesült *dr. Varga László* egyetemi docens.

A Miskolci Egyetem Érdemes Oktatója kitüntetést vehetett át *dr. Krallics György* professor.

A Miskolci Egyetem Kiváló Kutatója kitüntetést kapott *dr. Szőri Milán* egyetemi docens.

A Nemzetközi Kapcsolatokért kitüntetést vehetett át *dr. Baumli Péter* egyetemi docens.

A Miskolci Egyetem Kiváló Dolgozója kitüntetést kapott *Erdélyi-Rajhárd Bettina* ügyvivő szakértő.

Rectori Dicséretben részesült *Vanczáné Kocsis Judit* igazgatási ügyintéző.

Kancellári Dicséretben részesült *Solczi Ágnes* igazgatási ügyintéző és *Stumpf Éva* mérnök-tanár.

A Miskolci Egyetem Kiemelt Támogatója Díjat vehetett át a *Wanhua-BorsodChem Zrt.*

Kiváló Oktató Diplomát vehetett át *dr. Viskolcz Béla* professor.

• Kari évnyitó – 2019. szeptember 6.

2019. szeptember 6-án ünnepélyes keretek között nyitotta meg *prof. dr. Palotás Árpád Bence* dékán a 2019/20-as tanévet. Az ifjú anyagmérnök és vegyészmérnök hallgatók hallgatói fogadalomtéttele után a dékán kézfogással fogadta őket hallgatóvá.

Az ünnepségen sor került Pro Facultate Ingeniariorum Metallurgiae kitüntetés átadására, melyet *dr. Kiss László* vehetett át az acélmetallurgiában szerzett több mint fél évszázados gyakorlati tapasztalatainak átadásával, új szakmai irányzatok oktatásával, a külföldi társcégekkel elért eredményei terén végzett kiemelkedő tevékenysége elismeréseként. Pro Facultate Ingeniariorum Metallurgiae kitüntetést vett át *Kónya Csaba* a BorsodChem Zrt. Fejlesztési és Alkalmazástechnikai Osztályának vezető tech-



■ 1. kép. Az új berendezések átadása után a 3D laborban

nikusa a közel két évtizeden keresztül végzett lelkiismeretes, színvonalas és következetes, mindenkor a hallgatók segítségét figyelembe vevő munkája, és e téren végzett kiemelkedő tevékenysége elismeréseként.

• **Duális aláíró rendezvény – 2019. szeptember 6.**

A Miskolci Egyetem Műszaki Anyagtudományi Kara negyedik évfolyamán indítja duális képzését, országos lefedettségű partnerhálózatával. A 2019/20-as tanévben nyolc partner-vállalat 10 elsőéves anyagtudományi és 4 elsőéves vegyészmérnököt vett fel duális képzésre. A duális képzésre felvettelt nyert hallgatók 2019. szeptember 6-án 12:30 kezdettel, a Miskolci Egyetem Műszaki Anyagtudományi Karának Káldor Mihály-termében ünnepélyes keretek között írták alá szerződéseiket a számukra gyakorlati jártasságot biztosító duális képző vállalatokkal (2. kép). Az elsőéves hallgatókkal szerződést kötő partner-vállalatok:

Anyagtudományi BSc-képzés:

- BorsodChem Zrt., Kazincbarcika
- Joyson Safety Systems Hungary Kft., Miskolc
- NEMAK Győr Alumíniumöntőde Kft., Győr
- Ongropack Kft., Kazincbarcika
- PrecCast Öntődei Kft., Sátoraljaújhely
- Sicta Kft., Felsőzsolca

Vegyészmérnöki BSc-képzés

- DYNEA Hungary Kft., Kazincbarcika
- Kischchemicals Kft., Sajóbábony
- Ongropack Kft., Kazincbarcika

• A 2019. szeptember 17-i **IX. Anyagtudományi Versenyre** – Kazincbarcikáról, Gyöngyösről, Miskolcra és Veszprémből érkeztek csapatok. Az előadásokat és laborbemutatókat az Energia és Minőségügyi Intézet laborjaiban, a verseny leglátványosabb részét, a gyorsulási versenyt pedig a főépület előtti szökőkútnál tartották.

• **Kutatók éjszakája – 2019. szeptember 27.**

Számos érdekes programmal vártuk idén is az érdeklődőket a Kutatók Éjszakáján: laborprogramok, látványos



■ 2. kép. A duális szerződés aláírása után

előadások, interaktív bemutatók a tudomány legfrissebb eredményeit is felsorakoztatva. Volt 3D porcelánnyomtatás, alumíniumplakett-öntés, tüzeléstechnikai show és még sok minden más. Az idei évben a holdra szállás 50. évfordulója alkalmából az űrtéma köré szerveztük programjainkat, így színesítette a rendezvényt dr. Bárczy Pál professor emeritus, az Admatis Kft. ügyvezetőjének előadása is.

• Számos középiskola a pályaorientációs napját a Miskolci Egyetemen tartja, ebben a formában rendezték meg az Avas napot 2019. október 8-án az Avasi Gimnázium tanulóinak részvételével. A Heves megyei Ipar-kamara szervezésében pedig Heves megye napja volt 2019. október 2-án. Mindkét rendezvényen karunk laborprogramokkal és játékos bemutatókkal vett részt.

• A 2019. október 9-én tartották meg a TechCsajok miskolci rendezvényét.

• 2019. október 10–11. között a 25. Magyar Öntőnapokon népszerűsítettük az öntészet szakmát középiskolás diákok számára szakmai előadások, interaktív Anyagtudományi School Túra és kézi homokformázási-öntési bemutató keretében.

• 2019. október 13-15. között rendezték meg Balatonkenesén az OATK Konferenciát, melyen számos előadással vettek részt karunk oktatói,

kutatói, hallgatói. A Magyar Anyagtudományi Egyesület (MAE) 2009-ben alapított MAE díját idén két kategóriában ítélte oda az elnökség. MAE-díjban részesült dr. Roósz András professzor, az anyagtudomány hazai népszerűsítéséért és színvonalas műveléséért.

• **2019. október 14–17. között Icarus meeting**

Az űripari célra fejlesztendő nanoszerkezetű anyagok hasznosítási lehetőségeiről is tárgyaltak azok a nemzetközi szakemberek, akik a brüsszeli finanszírozású, közel 2,7 millió eurós támogatással megvalósuló projekt miskolci rendezvényére érkeztek. A 11 külföldi – köztük angol, olasz, spanyol, görög, osztrák – konzorciumi partnert tömörítő ICARUS Horizont 2020 projektet 2016 nyarán a Burgos-i Egyetem (Spanyolország) vezetésével nyerte el a Miskolci Egyetem.

• Emelt szintű matematika érettségi felkészítőt tartottunk az őszi szünetben 2019. október 28–30. között. Közel 20 diák vett részt a felkészítő tanfolyamon miskolci és környékbeli középiskolákból, sőt még egri diák is volt a jelentkezők között.

A felkészítő órákat dr. Körtesi Péter egyetemi docens tartotta, a három napos tanfolyam utolsó napján az Anyagtudományi School Túra interaktív természettudományos show-val zárult a program.

Roneczné Ambrus-Tóth Judit

Európai nyomásos öntészeti operátor- és technikusképzési tananyag fejlesztése

Ma az európai öntőipar legnagyobb kihívásai közé tartozik az ágazat versenyképességének fenntartása, a szigorodó környezetvédelmi elvárások teljesítése, valamint az új technológiák és új anyagok folyamatos fejlesztésének szükségessége. Ezek mellett a megfelelő szakembergárda biztosításának nehézségei is rendre új kihívások elé állítják az európai öntődeket – állapította meg a WFO (World Foundry Organization – Öntészeti Világszervezet) az egyik legutóbbi, 2017-ben Dél-Afrikában tartott technológiai fórumán.

A megfelelő szakembergárda utánpótlásának két fő eleme és mindenkor célja az egyes üzemekhez és gyár-egységekhez igazodó végzettséggel rendelkező fiatalok sikeres bevezetése az öntész szakmába, valamint az öntődékben jelenleg is dolgozó személyzet folyamatos képzése, szükség szerinti átképzése. Ezek a célok ma az élethosszig tartó tanulás koncepciójával, valamint az oktatás legmodernebb eszközeivel valósíthatók meg sikeresen és fenntarthatóan.

A mérnöki pálya népszerűsége Európában általánosan csökkenő tendenciát mutat a fiatalok körében, amely magában foglalja azt a kockázatot, hogy az öntődékben (ahogy más iparágakban is) dolgozó idősebb generáció tudásának egy része elvesz. Másrésről, a jelenlegi európai szakemberállományra és főként annak idősebb szereplőire jellemző, hogy sokan egész karrierjüket egy, maximum két öntődénél töltik, vagy töltötték le. Ezeknek a nagy gyakorlat- és tapasztalattal rendelkező technikusoknak és mérnököknek a fiatalkori tanulmányaik, valamint a belépésük során kapott képzés határozza meg a 20-30-40 éves karrierjük alapjait. A technológia folyamatos fejlődése miatt, a fiatalok megnyerése mellett elengedhetetlen az ő továbbképzésük is az ágazat piaci helyzetének fenntartásához.

1. táblázat. Az E-cast tantárgyainak listája

E-cast tantárgyak
Bevezetés a nyomásos öntészetbe
Szerszám- és öntvénytervezés alapjai
Nyomásos öntészeti ötvözetek
Gyártási paraméterek, beállítások, az öntőgép felépítése
Öntvényhibák
Formatöltés és dermedés szimulációja
Nyomásos öntés munkavédelmi és környezetvédelmi aspektusai
Nyomásos öntőgépek és szerszámok karbantartása

A CLLEFE2 (Concept for Life-Long Education for European Foundry Employees – Az európai öntődei munkavállalók élethosszig tartó tanulásának koncepciója) európai projekt a fent ismertetett helyzetet hivatott orvosolni nemzetközi közreműködésben. A RISE Swecast svéd öntészeti kutatóközpont vezetésével 2017 elején indított projekthez több európai, öntéssel foglalkozó kutatócsoport, valamint felsőoktatási intézmény csatlakozott: az AGH Krakói Műszaki Egyetem Öntészeti Kara (Lengyelország), a Fundaci3n Tecnalia öntészeti kutatóközpont (Spanyolország), a Padovai Egyetem Anyagtudományi Intézete (Olaszország), a Jönköpingsi Műszaki Egyetem Anyagtudományi Tanszéke (Svédország), az osztrák Központi Öntészeti Kutató Intézet ÖGI (Ausztria), a Krakói Öntészeti Kutatóintézet (Lengyelország), valamint az Öntészeti Kutató Intézet (ICME) Angliából. A projektet az Európai Unió finanszírozza, az Európai Fejlesztési és Kutatási Intézet (EIT) keresztül.

A CLLEFE2 projekt konzorcium célja egy nyomásos öntészeti távoktatási program kifejlesztése angol nyelven, amely az élethosszig tartó tanulás koncepciójára építve teszi lehetővé a kompetenciafejlesztést. Az „E-cast” fantázianévre hallgató program célközönsége az Európa-szerte a nyomásos öntészetben dolgozó, maximum érettségivel vagy technikummal rendelkező operátorok, gyakornokok, technikusok, esetleg kezdő mérnökök. A projektben résztvevő intézmények

közösen fejlesztik ki a program tematikáját, a tantárgyak struktúráját, valamint azok tartalmát, mely 2019 nyarára lényegében elkészült. A tantárgyak oktatástechnikai elemei főként videóra vett előadásokból, online oktatási platformból, internetes felletválasztós tesztek-
ből és online fórumokból

állnak majd. A program végleges tantárgylistáját az 1. táblázat szerint alakították ki.

A szerszám- és öntvénytervezés alapjai elnevezésű tantárgy fejlesztésének jelentős része a Jönköpingsi Műszaki Egyetem, valamint a Miskolci Egyetem Műszaki Anyagtudományi Kar Öntészeti Intézete közötti korábbi együttműködés legújabb fejezete által valósult meg a tavasz során. Ennek keretein belül az Öntészeti Intézet, mint külső szakértő partner vett részt a fejlesztésben. Dr. Erdélyi János egyetemi docens májusi svédországi látogatása során rögzítették az általa kifejlesztett, „Szerszámanyagok”, „Szerszámkészítés”, valamint „Lefűtés és Hűtés” tantárgyi elemeinek videofelvételeit. Az anyagok kifejlesztésében az intézeten belüli, nyomásos öntéssel foglalkozó kutatócsoport többi tagja is tevékenyen részt vett, név szerint dr. Varga László intézetigazgató, dr. Kulcsár Tibor, Sándor Balázs, valamint Kéri Zoltán doktorandusz.

A CLLEFE2 projekt vége felé (2020. március) haladva jelenleg a program testtüzeme szervezés alatt áll, várhatóan 2019 őszi kezdéssel. Továbbá folyik a program nemzetközi tandíjának meghatározása is, mely az E-cast kedvező jövőbeni elérhetőséget biztosíthatja Európa bármely nyomásos öntődéje számára.

**Dr. Svidró József Tamás oktatás-
fejlesztési részprojekt-vezető,
CLLEFE2
Jönköpingsi Egyetem**

5. Archaeometallurgia Európában konferencia

Idén ötödik alkalommal került megrendezésre az Archaeometallurgia Európában (Archaeometallurgy in Europe) elnevezésű nemzetközi tudományos konferencia, amelynek helyszíne ezúttal Miskolc, a Miskolci Egyetem volt, 2019. június 19. és 21. között. A konferencia fő szervezője dr. Török Béla, a Miskolci Egyetem Anyagtudományi Karának egyetemi docense, a Metallurgiai Intézet igazgatója, az egyetem archeometallurgiai kutatócsoportjának (ARGUM – www.argum.hu) vezetője volt. A négyévente megtartandó nemzetközi konferencia nemcsak Európa, hanem a világ legnagyobb archeometallurgiai tudományos találkozója. Az eddigi négy alkalomból kétszer Olaszországban (Milano és Aquileia), egyszer Németországban (Bochum) és legutóbb, 2015-ben, Madridban rendezték meg a szimpóziumot. A mostani főszervező egyéni pályázata eredményeként először adott otthont a konferenciának kelet-közép-európai ország. Az archeometallurgia relatíve fiatal, de dinamikusan fejlődő, tipikusan interdiszciplináris tudományterület, amely egyesíti a korabeli fémelőállítással, fémműveléssel kapcsolatos régészeti, ipartörténeti, valamint természettudományi és műszaki vizsgálati jellegű – archeometriai – vonatkozásokat.

A konferencia honlapja a <http://www.aie2019.argum.hu/> címen érhető el. A rendezvényen több mint 200 résztvevő és vendég volt jelen, nemcsak Európa, de a világ minden tájáról, több mint 30 országból, az érintett hazai kutatók részvétele mellett. A háromnapos tudományos program 109 szóbeli előadást és 57 poszteres prezentációt tartalmazott. Az előadások általában két, illetve egy nap három helyszínen párhuzamosan, 24 szekcióban zajlottak a szakterület legismertebb tudósa, kutatói elnökletével.

A konferencia adminisztrációs központja a Miskolci Egyetem A/2 épület földszinti aulájában, tudományos szekciói pedig a közvetlen közelében lévő előadói termekben kaptak helyet (1. kép). A legjobb fiatal szóbeli előadó és poszteres prezentáló számára a Historical Metallurgy Society díjakat ajánlott fel.

A rendezvény programjához tartoztak archeometriai vizsgálatokra is alkalmas műszerforgalmazó cégek (Image-Science Kft. és Atestor Kft.) kiállításai és előadásai, valamint szakmai bemutató jellegű látogatások (múzeumlátogatások) Miskolcon és az egyetemen. A program reprezentatív eseménye a június 20-ai díszvacsora volt a miskolci Vigadó épületében. A konferencia résztvevői Miskolc környékén (Lillafüred, Felsőhárom, Újmassa, Diósgyőr) és a Zemplénben (Sárospatak, Sátoraljaújhely, Herceghút) szakmai és turisztikai jellegű ki-

rándulásokon vehettek részt, illetve természetesen idegenvezetéssel meglátogathatták a Miskolci Egyetem méltán híres Selmeci Múemlékkönyvtárát is.

A konferencia absztraktgyűjteményét a helyszínen kiosztott konferenciacsomagban található pendrive tartalmazta. Az előadásokból készülő, válogatott és bírált tudományos írásokat önálló konferenciakötetben, a tervek szerint az Éditions Mergoil gondozásában megjelenő Monographies Instrumentum sorozat köteteként publikáljuk majd.

A konferencia szervezésében és lebonyolításában közreműködött a Miskolci Egyetem, az MTA Miskolci Területi Bizottságának Anyagtudományi és -technológiai Szakbizottsága, a Herman Ottó Múzeum, a Magyar Műszaki és Közlekedési Múzeum Kohászati Gyűjteménye, a Miskolci Kulturális Központ Nonprofit Kft., a Magyar Nemzeti Múzeum sárospataki Rákóczi Múzeuma és a sátoraljaújhelyi Kazinczy Ferenc Múzeum. A rendezvényt támogatta az MTA CSFK Földtani és Geokémiai Intézet, az ÁSATÁRS Kft., az OAM Ózdi Acélművek Kft., a Magyar Vas- és Acélipari Egyesülés, a FUX Zrt., a Miskolc Városi Közlekedési Zrt. és a B-A-Z Megyei Önkormányzat Közgyűlése.

A nagyszámú helyszíni, illetve a konferencia után beérkező, pozitív, gratuláló, az esemény szakmaiságát és rendezését méltató visszajelzések alapján a szimpóziumot egyértelműen sikeresnek lehet értékelni. Ezt jelzi többek között az is, hogy a konferencia főszervezőjét beválasztották az Archaeometallurgy in Europe Állandó Bizottságának (Standing Committee) tagjai közé.

Dr. Török Béla



■ Poszteres prezentáció az aulában

Okosgyár és kooperatív robotok: küszöbön álló jövő

A negyedik ipari forradalom az információtechnológia és az automatizálás egyre szorosabb összefonódása által a gyártási módszerek alapvető megváltozását hozhatja el a közeljövőben az acélipar számára is. A Magyar Vas- és Acélipari Egyesülés az Ipar 4.0 témakörében szervezett szakmai szimpóziumot október 9-én.

Szép számmal gyűltek össze az érdeklődők az MVAE budapesti székházában, köztük számos dunaferres kollégánk, hogy tájékozódjanak a legfrissebb információkról a mindent átható technológiai, társadalmi és gazdasági változás hatásainak tekintetében, külföldi pilot megoldásokkal és hazai iparági mintaprojektekkel ismerkedjenek meg.

A megjelent vendégeket *dr. Móger Róbert*, az MVAE igazgatója köszöntötte, aki egyúttal rövid áttekintést is adott az acél jelentőségéről, az iparág kilátásairól, a főbb kutatási területekről. Elhangzott, hogy a világon tavaly 600 millió tonna acélt hasznosítottak újra. A holnap alacsony károsanyag-kibocsátású mobilitásának alapja az acél, a folyamatosan zajló anyagtudományi kutatások célja a gyártás során a fajlagos energiafelhasználás csökkentése, valamint a minőség javítása. Ezen belül is napjainkban a fő kutatási fókuszterületek közé tartozik a szén-dioxid-kibocsátás csökkentése, az ultrakönnnyű acélok és más különleges acéltípusok kifejlesztése.

Dr. Nagy Ádám, az Innovációs és Technológiai Minisztérium iparági stratégiáért és szabályozásért felelős helyettes államtitkára felvázolta, hogy a hazai acélipar 4.0 törekvéseinek megvalósításához milyen hazai és Európai Uniói források állnak rendelkezésre. Ezt megelőzően a hazai iparfejlesztés főbb irányvonalairól, a magyar vállalkozások digitalizációs helyzetéről is szólt. Megjegyezte, hogy a globális értékláncok a '90-es években javarészt a kis hozzáadott értékű tevékenységeiket hozták Magyarországra, miközben a cél természetesen a nagyobb hozzáadott értékű tevékenységek idehelyezése. A helyzet az utóbbi



■ Az Ipar 4.0 szimpózium hallgatói

időszakban kedvező irányba változott: 2010 óta egyre több értéklánc telepíti hozzánk K+F tevékenységeinek egy részét is. Ami viszont jelentős probléma napjainkban még a hatékony együttműködések útjában, az a magyar vállalatok jelenleg még igen alacsony digitalizáltsági szintje. Utalt arra is, hogy az ipar humán erőforrás-igénye jelentősen megváltozott: magasabb színvonalon kell megvalósítani, korszerű szakmai tartalommal kell megtölteni a mérnök- és technikus-képzést egyaránt, hiszen a technikai fejlődés követése miatt egyre magasabb szintű szaktudás szükséges, a szakképzésben pedig megjelennek a direkt vállalati szempontok. Az előadó beszélt arról is, hogy a közeljövőben átalakulnak a szakmák, együtt fogunk dolgozni a mesterséges intelligenciával, felértékelődik a kreativitás szerepe, kooperatív kontrollált robotokkal való együttműködésben zajlik majd a termelési folyamatok egyre nagyobb része.

Szőke Gábor, Bosch Rexroth Kft. kereskedelmi igazgatója számos érdekes példát hozott az Ipar 4.0 jegyében zajló technológiai fejlesztésekre, amelyek a hatékonyabb termelést és értékesítést szolgálják. Mint megjegyezte, világszerte 270 gyára van a cégcsoportnak, számos ügyfelük elégedett az általuk telepített, jövőbe mutató megoldásokkal. A nehéziparban megvalósított iparági példák jól megvilágították hogy miként működhet adatalapon, okosmegoldásokkal

teljesen automatizáltan sok minden. Például érzékelő szenzorok beépítésével, az általuk összegyűjtött adatok elemzésével és azokra a mesterséges intelligencia által javasolt megoldások alkalmazásával a gyártóberendezések meghibásodásának előrejelzése, a karbantartás ütemezése, az energiahatékonyság növelése, vagy éppen az LCC (life cycle costs – életciklus költségelemzés).

Érdekes tapasztalatokat osztott meg a hallgatósággal *Szabó Gábor*, a Microsoft szakembere is, aki ismert külföldi acélgyártók, például a Metinvest, a Severstal, vagy a Magnitogorsk Steel gyáraiban alkalmazott AI (mesterséges intelligencia) megoldások előnyeit bemutatva vázolta fel, hogy a gyártási folyamatokat hogyan képes hatékonyabbá tenni a digitális visszacsatolás, a gépi látás vagy éppen a távoli elérés.

Végezetül *Gáspár Csaba*, a DMLab Kft. ügyvezetője, data scientist és *Kuthi András*, az S&T Kft. rendszerintegrátor szakembere az ISD DUNA-FERR-nél zajló mintaprojektről számoltak be közös előadásukban. Ennek keretében a Microsofttal együttműködve egy megleghengerműi termék minőségjavításának lehetőségeit vizsgálják. A projekt lényege, hogy szenzoradatokat juttatnak el egy felhő alapú virtuális tárhelyre, ahol az adatanalízist követően az adott termék tekintetében a mechanikai anyagjellemzők folyamatképeségének javítása válik lehetővé. **Szilágyi Irén**

Hasznos eszmecsere tudományos háttérrel

A vas- és acélipar hazai helyzete és fejlesztési célkitűzései címmel közös szakmai napot szervezett szeptember 4-én a Magyar Vas és Acélipari Egyesülés (MVAE), a Magyar Tudományos Akadémia (MTA) Miskolci Területi Bizottság (MAB) Metallurgiai Munkabizottsága, Korrózióvédelmi és Felülettechnológiai Munkabizottsága, valamint a Veszprémi Területi Bizottság (VEAB) Metallurgiai Munkabizottsága.

A megjelenteket házigazdai minőségében *dr. Móger Róbert*, az MVAE igazgatója köszöntötte. *Dr. Horváth János*, a Veszprémi Akadémiai Bizottság Metallurgiai Munkabizottságának elnöke köszöntőjében elmondta, hogy céljuk a hazai vállalatok, az MTA és az egyetemek K+F tevékenységének összefogása, az együttműködés magasabb szintre való emelése, a lakosság körében a metallurgia megítélésének javítása.

Nyitó előadásában *dr. Móger Róbert* a nemzetközi és a hazai acéliparban tapasztalható trendeket mutatta be. Kifejtette, hogy a mai kihívásokra választ ad az acél: jelenleg a világ legjelentősebb és legsokoldalúbb mérnöki/szerkezeti anyaga. Környezetbarát alapanyag, hiszen szinte 100%-ban újrahasznosítható, másrészt a zöldtechnológiákhoz is jelentős mennyiségű acélra van és lesz szükség.

Ezt követően *Portás Attila*, az MVAE technológiai és kutatási igazgatóhelyettese „Innovatív, alacsony széndioxid-kibocsátású technológiák az acéliparban” című előadásában bemutatta az antropogén eredetű széndioxid-kibocsátás, a légköri CO₂-koncentráció és a földfelszín globális átlaghőmérséklet-változásának trendjében az elmúlt évtizedekben tapasztalható figyelemre méltó, elgondolkodtató egybeeséseket. Kitért az EU klí-

macéljaira, az EUROFER ezzel kapcsolatos álláspontjára, valamint az acélipar jelenlegi fajlagos kibocsátási számaira, illetve a 2050-ig prognosztizált globális acéligényre. A címben is említett újszerű acélmellurgiai technológiák, melyekkel az iparág széndioxid-kibocsátása jelentősen mérsékelhető lenne, pillanatnyilag még csak laboratóriumi tesztek, esetenként legfeljebb pilotprojektek formájában léteznek. Az előadás világos konklúziója, hogy az Európai Unió célja, mely szerint az üvegházhatású gázok kibocsátását 2050-re az 1990-es szint legalább 80%-ával kell csökkenteni – gazdaságilag is fenntartható módon – az acélipar esetén nem reális. Ennek megfelelően a témában végzett K+F tevékenység, valamint a pilot szintű technológiák optimalizálásának ösztönzése, felgyorsítása elengedhetetlen.

Felföldiné Kovács Ágnes, az ISD DUNAFERR Zrt. szakértője a vállalat I. számú nagyolvasztó léghevítőinél kiépített új tüzelési rendszert és az eddig elvégzett kísérletsorozat lebonyolítását és tapasztalatait ismertette „Léghevítői égéslevegő oxigéndúsításának bevezetése a nyersvasgyártásban” című előadásában.

A prezentációban szó esett a léghevítők feladatáról, energetikai és tüzeléstechnikai átalakításáról és annak hatásairól. A nagyolvasztókban felhasznált hőmennyiség több mint 10%-át a kohókba befűjt forró levegő biztosítja, így a léghevítők tüzelőanyag-fajtájának és költségének optimalizálása alapvető fontosságú a nyersvasgyártás önköltsége szempontjából.

A léghevítők üzemeltetési költségeinek csökkentésére többféle megoldás ismert, ezek lehetnek a felhasznált fűtőgázok részarányának optimalizálása (az égéslevegő oxigéndúsításos tüzelése), az elégetés hatásfokának javítása (a léghevítő átépítése), a keletke-

zett füstgáz hőmérsékletének hasznosítása (fűtőgáz-hőhasznosítás a fűtőgázok és/vagy a hideglevegő előmelegítésére).

Az optimalizálási lehetőségek közül a fűtőgázok részarányának optimalizálására az ISD DUNAFERR Zrt. I. számú nagyolvasztó léghevítőparkjánál kiépítették az égéslevegő oxigéndúsításos SOE (Stove Oxygen Enrichment) tüzelési rendszert. A kiépült rendszer és technológia szállítója a Linde Magyarország Zrt. volt. A rendszer az eddig elvégzett üzemi próbák alapján hibamentesen, a tervezési paramétereknek megfelelően jól működik, finomhangolása a következő időszak feladata.

Az ÓAM Ózdi Acélművek Kft. képviselőjében *dr. Taszner Zoltán* műszaki igazgató röviden ismertette a vállalat közelmúltját, tulajdonosi és termék-szerkezetét, majd „Beruházások és fejlesztések az Ózdi Acélművek Kft.-nél” címmel a jelenlegi projektekről és a távlati célokról tájékoztatta a résztvevőket. A fejlesztések szinte a teljes technológiát átfogják, a vertikum kapacitását évi 320 000 tonnáról 500 000 tonnára kívánják bővíteni. Többek között új drótsort is telepítenek, környezetvédelmi előírásoknak megfelelő porzsákos szűrőt építenek, az acélhulladék-tároló csarnok kapacitását is 25-30 000 tonnásra bővítik, de az irányítási rendszereik fejlesztése is cél.

Az utolsó előadás keretében *dr. Török Béla*, az MTA MAB Metallurgiai Bizottság elnöke a Miskolci Egyetemen tartott nemzetközi archaeometallurgiai tudományos konferenciáról adott rövid összefoglalót.

Az előadásokat követően a hallgatóság tagjai kérdéseket, észrevételeket fogalmaztak meg az elhangzottakkal kapcsolatban, termékeny eszmecsere alakult ki a résztvevők között.

Felföldiné Kovács Ágnes

Magyar részvétel a 2019-es GIFA kiállításon

Sikeresen zárult a 2019. évi GIFA/NEWCAST Kiállítás és Vásár

Rendkívüli mértékű szakértői látogatottságot követően zárt a 2019. június 25–29. között Düsseldorfban megren-

dezett GIFA/NEWCAST/THERMPROCESS/METEC vásárnégyes.

Mind a kiállítók, mind a látogatók

elégedetten nyilatkoztak a kiállítások kiemelkedő fémipari szerepéről. A rendezvénycsokor nagy lépést jelent az

iparágak számára az Ipar 4.0 trend megvalósulásához is.

A magyar öntészet – hasonlóan a 2015. évi GIFA/NEWCAST rendezvényhez – ez alkalommal is képviseltette magát, számos magyar öntőde jelent meg kiállítóként.

A NEWCAST kiállítói csarnokban igen forgalmas, szembetűnő helyen a HIPA (Nemzeti Befektetési Ügynökség Rt.) jelentős anyagi támogatásával épült fel a mintegy 50 m² alapterületű magyar kiállítói stand. Itt a Magyar Öntészeti Szövetség tagtársaságai közül az alábbiak vettek részt kiállítóként (1. kép): Csepel Metall Vasöntőde Kft., Szegedi Öntőde Kft., MátraMetál Kft.,



■ 1. kép. A magyar stand a kiállításon

Alu-Öntő Kft., Magyarmet Kft., Szegedmet Kft.

A standon információs szolgálatot látott el a hét során a szövetség képviselője is. A rendezvényen önálló kiállítói

tóli standon vett részt szövetségünk tagja, az Öntőgépszerviz Kft.

Az év csúcsmegrendezvénye öt teljes napon keresztül bizonyította, hogy vezető szerepet tölt be így együtt a világ metallurgiai és öntészeti technológiáinak közreadásában, fejlődésében. Fontos adat az is, hogy a korábbi (2015. évi), azonos rendezvényhez képest 62%-ról 65%-ra nőtt a külföldi látogatók száma.

További információk az alábbi linkeken érhetők el: <https://www.m4online.de>, <https://dhdnews.de/messedf/event/888/gifa-metec-thermprocess-necast2019>, https://www.gifa.de/de/Home/LIVE_2019/GMTN_LIVE_2019

(HP)

Ildra-díjat kapott az Öntőgépszerviz Kft.

A düsseldorfi GIFA/NEWCAST 2019. Kiállítás és Vásár keretében az olasz, öntőgépeket gyártó Ildra Cég Európa legjobb viszonteladójának, legjobb ügyfél kapcsolattartójának díjával ismerte el a MÖSZ egyik szövetségi

tagját, Magyarország elmúlt több mint 10 éves Ildra-képviselésének társaságát, az Öntőgépszerviz Kft.-t.

Az Ildra részéről *Riccardo Ferrario*, az Ildra vezérigazgatója adta át a díjat.

A vásár utáni gálavacsorán több

száz Ildra-képviselő, partner és vevő vett részt.

Selmeczi Imre ügyvezető igazgatónak és a kft. valamennyi dolgozójának ezúton is gratulálunk.

(HP)

A Miskolci Egyetem csoportja a GIFA-n

2019. június 25–29. között rendezték meg a GIFA/METEC/THERMPROCESS/NEWCAST vásárt, ahol a kiállítók 70, míg a látogatók 66 százaléka Németországon kívülről érkezett. 2360 kiállító, és 118 országból összesen 72 500 látogató vett részt a világ legnagyobb öntészeti és metallurgiai szakvásárán. Jelen volt a Miskolci Egyetem Öntészeti Intézetének 35 fős csoportja, mely hat oktatóból, három doktoranduszából, és 25 BSc- és MSc-hallgatóból állt.

A GIFA – az Öntészeti Műszaki Fórummal Egybekötött Nemzetközi Szakvásár – korszerű öntészeti gépek és berendezések kínálati piacát mutatta be. A NEWCAST kiállításon öntvényekkel, a METEC kiállításon nyersvas-, acél- és színesfém-gyártó, valamint acélöntő és acélalakító vállalatokkal ismerkedhettünk meg. Végül a THERMPROCESS – Hőkezelési Technológiák Nemzetközi Szakvására – az ipari kimenécek és az ipari hőkezelő berende-

zések bemutatójának volt fő terepe.

A résztvevők költségeit az öntészeti oktatás fenntartására és működtetésére az öntészeti összefogás keretében átadott felsőoktatási támogatás, a Nándori Gyula Alapítvány támogatása, továbbá a résztvevők egyéni hozzájárulása biztosította. A miskolci öntész csoport részvételét kiemelten támogatta a BD-EXPO Kft., mely a résztvevők belépőjét és ellátását adta. Köszönjük támogatóink nagyvonalúságát.

Érkezésünk első napja városné-



■ 2. kép. A miskolci csoport

zéssel telt. A második és harmadik napon látogattuk meg a szakkiállításokat, ahol megismerhettük a szakma modern fejlesztéseit és innovációit. A miskolci csoportot fogadta és köszöntötte a vásár igazgatósága, melynek keretében készült a résztvevőkről a 2. kép.

A vásáron több vezető cég munkatársa is tartott bemutatót a csoport részére, melyek segítségével az öntészet más-más területének kiemelkedő fejlesztéseit ismerhettük meg közelebbről is. Számos kiállító standját is alaposan megnézhattuk, kérdéseket tehetünk fel, ami akár egy további szakmai kapcsolat kezdetét is jelentheti a jövőben.

A részvétel a tanulmányúton hasznos és tanulságos volt, mivel a vásár sok új kutatási tématerületet tárt elénk és megmutatta a szakma sokszínűségét.

Molnár Dániel

Beszámoló a XXVI. Pivarcsi László szigetközi szakmai napokról

Az OMBKE Öntészeti Szakosztályának Ferencz István Észak-Dunántúli Kohászati Regionális Szervezete az idei esztendő augusztus első hétvégéjén 26. alkalommal tartotta szakmai összejövetelét és baráti találkozóját, ismét Dunakilitin. A rendezvény 2019-ben is hű maradt az előző évek hagyományához, ami az előadások és a szakestély színvonalát illeti.

Az esemény hagyománya és fontossága nyomon követhető az állandósult magas létszámon. Az idei évben is közel 100 szakember, barát jött össze a szakmai kapcsolatok ápolása, kiterjesztése céljából. Évről évre egyre többen hozzák családjukat is a kollégák, biztosítva ezzel a szakma jövőbeni utánpótlását.

A program péntek délelőtt a Mosonmagyaróvári Lucsonyi kápolnában kezdődött a hagyományos Szent Borbála megemlékezéssel. A hálaadó beszédet *dr. Pintér Richárd*, a helyi szervezet elnöke tartotta. A további események a Diamant Hotelnél folytatódtak.

A szakmai előadások kezdetén a helyi szervezet elnöke köszöntötte a megjelenteket, elsőként *dr. Hatala Pált*, az OMBKE elnökét, majd *dr. Fegyverneki Györgyöt*, az Öntészeti szakosztály elnökét, valamint a megjelent cégvezetőket, kollégákat és a diákokat. Beszédében szólt az

elmúlt időszak történéseiről, a helyi szervezet munkájáról, méltatta a tagság összefogását, melynek eredményeként ismét sor kerülhetett erre a rendezvényre. Megemlékezett az időközben elhunyt tagtársakról. Végül köszönetet mondott a támogatóknak.

Ezt követően elkezdődtek a szakmához kapcsolódó előadások, melynek keretében az elmúlt éveknek megfelelően az egyetemi diákok előadásai is teret kaptak (1. kép). Bemutatták az egyetemi OTDK verseny győztes dolgozatát, valamint a 3D nyomtatás Miskolci Egyetemen használt technológiáját. Szó esett az öntészeti felsőoktatás elmúlt egy évről, jövőbeni várható lehetőségeiről, fejlődéséről, melyet nagymértékben befolyásol az ipar igénye. A résztvevők hallhattak az iparban használt szimulációs technikák jelentőségéről, melyet egy példán keresztül szemléltek. Előadás volt az autóipar jelen-

legi kihívásairól, azok várható rövid és hosszú távú hatásairól szakértők véleményének tükrében.

A vacsora után a szokásoknak megfelelően szakestélyt tartottak a Sári Csárda pincéjében. Folytatásaként, a szakestély bezárása után jó hangulatú éneklés következett.

Szombaton délelőtt a rendezvény résztvevői tiszteletüket tették egykori tagtársaink, *Ferencz István* okl. kohómémök (1923–2003), a helyi szervezet volt elnöke és *Tamás Tivadar* technikus (1932–2008) sírjánál, adózva emlékükhöz.

A rendezvény ebéddel zárult. Akik a maradás mellett döntöttek, kihasználva a hotel remek adottságait, kellemesen töltötték el a hétvége hátralévő részét.

A résztvevők egybehangzó véleménye alapján az idei szigetközi találkozó is elérte célját, színvonalas előadások hangzottak el és mindenki jól érezte magát.

Köszönet illeti a támogató cégeket és személyeket. Az általuk biztosított háttérrel a szervezők bízhatnak a jövő évi folytatásban, mely előre láthatóan 2020 június végén várható.

Legyen fényes sikere a kohásznak!



■ 1. kép. Domonkos Balázs tagtársunk előadás közben

Farkas György

Beszámoló a 2019-es selmecbányai Szalamanderről

2019. szeptember második hétvégéjén, a selmecbányai Szalamanderen a Ferencz István Észak-Dunántúli Kohászati Regionális Szervezet 15 fős csapata képviselte a helyi szervezetet. Szeptember 6-án reggel Győről indultunk, majd Budapestet érintve folytattuk utunkat, ahol további kollégákat vettünk fel. Tartva a tervezett útvonalat és menetrendet haladtunk Selmecbánya felé jó hangulatban, vidáman. Az OMBKE által szervezett szokásos

szállás – Hotel Grand Matej – elfoglalása után a délutáni eseménysorozatba kapcsolódtunk be, tartva a feszített tempót az emlékhelyek felkeresése során. Sok jó baráttal és ismerőssel mulatva az időt, eljött az este, a nap fénypontja.

Fontosnak tartjuk megemlíteni, hogy a tatabányai helyi szervezet kiegészítő támogatásával 31 diák és 7 kísérőtanár is részt vett az eseménysorozaton (1. kép). A „Jó szerencsét

Tatabánya!” elnevezésű bányászati és helytörténeti verseny különdíja volt ez a kétnapos kirándulás Tatabánya legújabb testvérvárosába, Selmecbányára. A jutalmazott csoport gazdag szakmai programon vehetett részt. A megtekintettek között volt a Kálvária, a Bertalan-táró, a Bányászati múzeum és skanzen, a Geológiai Múzeum, a selmecbányai Betlehem, a Leányvár és az Aquadukt. A csoport részt vett a szokásos koszorúzáson az Óvárban

lévő 1948-as emlékműnél és a Bányászati Akadémia falán elhelyezett emléktáblánál, majd csatlakoztak az esti szalamanderes felvonuláshoz, ahol a közel 500 fős magyar csapatból 100-an Tatabányáról érkeztek.

A felvonulás az elmúlt évek menetrendje szerint alakult, majd az este baráti beszélgetéssel zárult. A felvonulásban felemelő érzés volt részt venni.

A szombat reggeli ökumenikus istentisztelet megszervezése a Nagybaldogasszony templomban a Szent Borbála Akadémiai Kört dicséri. Egyedülálló módon két nyelven (magyar és szlovák) és három pap/tiszteletes (katolikus, református, evangélikus) részvételével folyt ez az esemény, melyen örök élményt jelentett a részvétel. A szentmise után tatabányai bányász testvéreinkkel találkoztunk, akikkel remek hangulatú baráti eszmecsere folytattunk.

Este az egyetemi szakestélyen vett részt kis csapatunk, majd ezt követően tértünk nyugovóra. Ezzel egy időben rendezték meg a Szent Borbála Akadémiai Kör szakestjét is, melyen bemutatták a Selmeci Díszszalagot, mely kizárólag a három selmeci ősi kar és közvetlen jogutód karain végzetek részére készült. Ez a szalag három színével a bányász



■ 1. kép. A tatabányai diákok csapata az Óvárnál

(fekete) – kohász (piros) – erdész (zöld) örökös összetartozást és együttes felelősségvállalást, múltunkból származó alapértékeink örökös fenntartását jelképezi! A díszszalagot csak a három ősi karhoz tartozó megkeresztelt személy viselheti, ide tartoznak a miskolci bánya- és kohómérnöki kar utódkarai, a dunaújvárosi kohómérnöki kar utódkarai, a soproni erdómérnöki kar, illetve annak leágazásai. A díszszalag védett, mérete, színek kódja a Szent Borbála Akadémiai Kör tulajdonát képezi, rajtuk keresztül rendelhető. Az első 100 méter az Akadémiai Kör saját költségén állította elő és osztja szét, teljesen ingyen a fenti feltételek alapján.

Vasárnap Budapestet érintve tér-

tünk vissza Győrbe egy újabb remek élménnyel gazdagodva. Sajnáljuk, hogy nem jött össze a kívánt létszám az OMBKE busz elindításához, hiszen, ha 15 fő ilyen jó hangulatban utazik és tölti együtt a három napot, akkor ez csak fokozódna háromszor ennyi ember esetén. Továbbá problémát jelentett akármilyen időpontban, hogy egyszerre tudjunk étkezni. Közös busz indítása és szervezett út esetén ez a probléma is megoldódna. Bízunk benne, hogy jövőre indul közös busz az OMBKE szervezésében, és így is tudjuk erősíteni az összetartozásunkat!

Jó szerencsét! Legyen fényes sike-re a kohásznak!

SzA – FGy

Beszámoló a XIII. Fazola Fesztiválról

Az Északkelet-Magyarország Ipartörténetének Ápolásáért Alapítvány, az OMBKE miskolci szervezetei és az MMKM felsőháromi Kohászati Gyűjtemény főrendezésével 2019. szeptember 13–14-én Miskolcra adott otthont a XIII. Fazola Fesztiválnak.

A hagyományoknak megfelelően a fesztivál első napja az MTA Miskolci Akadémiai Bizottság székházában tudományos emléküléssel kezdődött. A bánya- és kohómérnök-képzés Sopronból Miskolcra költöztetésének 70. éves évfordulója kapcsán előadások hangoztak el. A Sopronba telepítés eseményeiről, a bányász-, kohász-, erdész-képzés soproni közös éveiről, a Miskolci Egyetem kereté-

ben a Bányamérnöki és Kohómérnöki Kar miskolci meghonosodásának, kiépülésének történeti folyamatáról, továbbá az időközben az oktatási körökben bővülő, elnevezésében Műszaki Földtudományi, illetve Műszaki Anyagtudományi Karokra változtatott oktatási intézmények jelenlegi helyzetéről, a jövőbeni kutatási, oktatási kihívásokról, feladatokról, a fejlődési lehetőségekről szóltak az előadások.

Délután a Műszaki Anyagtudományi Kar dékáni tanácstermében bensőséges kiállítás megnyitójára került sor. Az 1967-ben valétáló kohász- és bányászhallgatók vezették be az ünnepi serleget, mely azóta széles körű hagyománnyá vált. Az elsőként elkészült „kohászok fakupáját” és az akkori hallgatók által készített ráégető kohászmotívum billogot helyezték

el az emlékszekrényben. Itt kaptak helyet az OMBKE budapesti helyi szervezetei által a professzorok emlékére készített kupák is.

Este a Bartók Béla Vasas Művelődési Házban a selmeci hagyományok szellemében népes, mintegy 120 fős szakestélyen találkoztak a hazai kohászok, bányászok, erdészek.

Másnap, szeptember 14-én a Kohászati Gyűjtemény újmassai műemlék Fazola kohó térsége volt a helyszíne a szabadtéri rendezvényeknek. Az ÉSZAKERDŐ Zrt. illafüredi erdei kisvasútja a Perecesi Bányász Fúvós Zenekar muzsikája mellett szállította az érdeklődő közönséget az egykori kohóüzem térségébe. Az ünnepség kezdetét szignáljaink (klopacska, harang) jelezték, amit a fúvószenekari előadásban himnuszaink követtek.

A rendezvény képei a hátsó belső borítón láthatók.

A köszöntések és a népszerű zene-kari egyveleg után most sem maradt el a tiszteletbeli kohásszá fogadás és a kohó virtuális csapolása. Ez évben a közös döntés alapján *Péter Barnabást*, a Diósgyőri Gimnázium igazgatóját avatták a helyi kohászok tiszteletbeli kohásszá, aki a Fazola Fesztiválokna-k szinte kezdetektől támogatója. A szabadtéri fesztivál ez évben is bővelkedett szakmai, kulturális programokban. Látható volt a népi iparművészek által bemutatott ősi vízikerekes és szabadkézi kovác-solás, a Műszaki Anyagtudományi, illetve a Műszaki Földtudományi Karok oktatói, hallgatói hőtechnikai, önté-

szeti, hulladékhasznosítási és gyermekprogramjai, a D&D Drótáru Zrt. termékbemutatója. A diósgyőri hengereszek látványos „rúdhengerlése” a minihengerművön, a Fazola Henrik Építőipari és Művészeti Szakgimnázium és Szakközépiskola, a Fügedi Márta Népművészeti Egyesület kismesterségek népszerűsítése, a Mérnöki Kamara iparpolitikai programja osztatlan sikert aratott. Volt lehetőség a Massa Múzeum tárlatvezetéssel egybekötött látogatására, erdőtünder és erdész szakemberek segítségével a bükk-i erdővilág, és az erdőgazdálkodás megismerésére.

A kulturális szórakozást a Diós-

győri Gimnázium, a Diósgyőri Jazz-tánc Klub, a Mikulás Vonat Társulat, a Miskolci Fazola Henrik Építőipari és Művészeti Szakgimnázium tanulói, amatőr művészei és Varga Lajos ny. acélgyártó, harmonikaművész vidám zenés, énekes, táncos műsorai biztosították.

A népi babonára rációlvola és a több éves esős fesztiválokat kárpótolva a 13-as szám jegyében megtartott XIII. Fazola Fesztivál verőfényben, jó hangulatban az 1200 látogató meglegedésére és a szervezők öröme-re sikeresen zajlott le.

Nyitray D.

Tovább íródott a kohász valétakupa története

A 2019. évi Fazola Fesztivál rendezvényeinek keretében szeptember 13-án a Miskolci Egyetem Műszaki Anyagtudományi Karának tanácstermében, a Geleji Sándor professzorról elnevezett teremben megnyitottuk a kohász valétakupa-kiállítást mintegy 40 fő, közöttük a '67-ben valétáló kohómérnökök részvételével. Az ünnepséget jelenlétével *dr. Hatala Pál*, az OBMKE elnöke is megtisztelte. A kiállítást *dr. Palotás Árpád Bence*, a kar dékánja nyitotta meg, utalva a kohász hagyományok megőrzésének fontosságára, majd *dr. Verő Balázs*, az 1967-ben végzett kohómérnökök valétaelnöke mesélte el a kupa keletkezésének és hagyománnyá váló fejlődésének történetét, ezt *dr. Tóth Lajos Attila* a kupatörténet legújabb eseményeivel egészítette ki, bemutatva a kiállított ereklyéket.

A kupa történetét három, jól elkülöníthető szakaszra lehet bontani. Az első szakasz valamikor 1966 telén kezdődött, és 1967. március 14-én, az abban az évben végzett metallurgus és technológus szakos kohómérnökök szalagavató szakestélyével fejeződött be. A második szakasz egy hosszú, 50 éves időszakot ölel fel, amely 2017. augusztus 30–31-én fejeződött be, akkor, amikor az említett évfolyam tartotta 50 éves találkozóját, illetve amikor a Miskolci Egyetem ünnepi tanácsülés keretében átadta aranydiplománkat. Akkor még nem is mertük

remélni, de valétakupánk történetének újabb, sokszor meglepő fordulatokkal tarkított szakasza következett, amely ennek a kiállításnak a megnyitásával érte el csúcspontját.

A három szakaszú kupatörténet első periódusát az első kohász valétakupa megszületése tölti ki. Ennek, és a bányamérnök hallgatók valétakupájának hiteles történetét a Bányászati és Kohászati Lapok 2018/4. közös közgyűlési számában már közöltük. A cikkben elmondottak ismétléstől így eltekinthetünk.

Azt, hogy a kupakészítés közös munkája milyen mélyen bevéssődött emlékezetünkbe, jól mutatja, hogy amikor 50 év elmúltával felelevenítettük a valétakupánk készítésének történetét, a legapróbb részleteket is sikerült felidézni. Akkor még nem tudtuk, hogy a kupa gondolatának újra-élesztésével és elkészítésével hagyományt teremtünk. Ez a folyamat tölti ki a kupatörténet második szakaszát. Szalagavató szakestélyünket követően – ahogy azt már inkább külső szemlélőként tapasztaltuk – a kupa a szakestélyek elmaradhatatlan kísérőjé vált. Nemcsak a bányász és kohász valetánsok, hanem a gépészek is csatlakoztak, sőt a Borbála- és Luca-napi szakestélyek fényét is emelték az alkalomhoz illő kupák. Ha ennek az immár 50+2 éve tartó folyamatnak a sajátosságait nézzük, joggal állapíthatjuk meg, hogy valóban hagyományt teremtettünk, amely csak abban különbözik a többi hagyománytól, hogy ennek eredetét pontosan ismerjük: nevezetesen az első valétakupát mi, azaz az 1967-ben végzett kohómérnök hallgatók készítettük, és először a március 14-én tartott szalagavató szakestélyünkön emeltük fel professzoraink és a magunk tiszteletére.

Kupánk történetének harmadik szakasza az 50 éves évfolyam-találkozóval vette kezdetét. Másnap az ünnepi tanácsülés keretében adták át a bányászoknak és a kohászoknak az aranydiplomákat. Az ünnepség protokollja szerint először a bányász valétaelnök, *dr. Bohus Géza* köszöntö meg az Alma Maternek, professzorainknak az egyetemi évek és szakmai pályafutásuk alatt nyújtott támogatásukat. Hangsúlyozta, hogy a Bányamérnöki Kar hallgatói készítettek először valétakupát a Nehézipari Műszaki Egyetemen. Ez utóbbi tény elhangzása után a jubiláló kohómérnökök körében „helytelenítő” morgás támadt, hiszen éppen az előző esti összejövetelünkön elevenítettük fel a kupánk készítésének történetét abban a meggyőződésben, hogy mi voltunk az elsők. A kohászok nevében *dr. Tóth Levente* mondott köszönetet az Alma Maternek, és azt is elmondta, hogy szerintünk a kohász valétakupa megelőzte a bányászokét.

Még az 50 éves találkozó évében, vagyis 2017 végén újabb fordulatot

vett kupánk története. Az OMBKE budapesti helyi szervezete vezetősége értesülve a történekről, úgy döntött, hogy a Luca-napi szakestélyre szánt kupájukat a mi kupánk képe fogja díszíteni, és felkértek, hogy a szakestélyen elhangzó Komoly pohár keretében meséljem el kupánk történetét. Ugyanekkor ajánlotta fel évfolyamtársunk, *Cseh István* fia, hogy ha kell, ő egy kiállítás céljára átadja a kupáját.

Hogy ne szakadjon meg kupáink története, ennek lehetséges útját abban találtuk meg, hogy az első valétakupánk történetét a Műszaki Anyagtudományi Kar területén kiállítás formájában mutatjuk be. Dr. Tóth Lajos Attila és dr. Nyitrai Dániel egyeztetett dékán úrral, és a kedvező válasz után csak egy megfelelő alkalmat kellett keresni a kiállítás megnyitásához.

Időközben összegyűjtöttük erekyeinket. A kiállítási anyag az OMBKE budapesti helyi szervezetének jóvoltából tovább bővült olyan kupákkal, amelyeket neves professzoraink képe vagy valamilyen egyetemi vagy kohász vonatkozású embléma díszít.

A méltó időpont a kiállítás megnyitására a Fazola Fesztivál első napjának délutánja lett. A megnyitón Tóth Lajos Attila tájékoztatta a jelenlevőket, hogy az emlékhely kialakításánál az első kohász valétakupa mellett ki van állítva az a billog, amivel beégették a kohász emblémát a kupa palástjába, a szalagavatóra szóló meghívó, a szigorló kohómérnökök névsorát tartalmazó meghívó, valamint a kupa történetét bemutató BKL Kohászat 2018/4. száma is. A dékán úr által rendelkezésre bocsátott kiállítóhely lehetőséget adott arra, hogy a kohász profesz-

szorok képmásával valamint, a selmeci, a soproni és a miskolci tanintézmények jellegzetes épületei képével díszített kupákat is bemutatassuk. Külön érdekesség az első kohász valétakupa képével készített kupa. Sajnálta, hogy ezen a rendezvényen a hallgatók képviselőjében senki sem jelent meg.

Hatala Pál gratulált a kiállításhoz, és felajánlotta, hogy az általa összeállított és kiadott minikönyv egy példányát eljuttatja a Dékáni Hivatalba.

Az 1967-ben végzett, immár aranydiplomás kohómérnökök remélik, hogy az általuk elindított miskolci kohász valétakupa története nem szakad meg, hanem a kiállítás megnyitóján elhangzott javaslatok megvalósulásával tovább folytatódik.

**Dr. Tóth Lajos Attila,
Dr. Verő Balázs**

Az első kupától a tekintélyes gyűjteményig

Évek alatt tekintélyes gyűjteménnyé terebélyesedett a kohász hagyományok ápolásához kapcsolódó kupák sokasága. Jubileumi rendezvényekre, évfordulókra, szakestélyekre évről évre újabbak készülnek, van, aki egy ideig őrizgeti, majd biztos helyen tudva, szívesen elajándékozza azokat. Befogadásuk feltételeit teremtette meg az ISD Dunaferre Zrt. Gyártó Egység vezetője, *László Ferenc*, az ő fejéből pattant ki – gépész létére – a kupák Dunaferres gyűjteményének ötlete.

A Gyártó Egység tárgyalójában kezdtem gyűjteni és kiállítani régi okleveleket, szobrokat, relikviákat a múltból. Felmerült, hogy a kupákat is elhelyezhetnénk itt. Otthon nekem is, édesapámnak is szép számmal voltak, *Hájas Béla* is behozta a sajátjait – megy vissza az időben az ötlet gazdája.

A gyűjtemény bővüléséhez az első nagyobb lökést *Szönyi Zoltántól* kaptuk, a főiskolán egykoron tanító felesége és ő

kilencven kupát bocsátottak rendelkezésünkre. Többen felajánlották a gyűjteményüket, akik nálunk megfordultak. *Sütő Zsolt* az édesapjának, *Sütő Zoltánnak*, az OMBKE helyi szervezőtitkárának kollekcióját is nekünk adományozta. Sok kupát kaptunk még vasműs kollégáktól, közülük a legtöbbet *Hevesi Imrétől*, *Kvárík Sándortól*, *Józsa Róbertől* és *Tenyér Mihálytól*.

A kohászathoz és a kohászati felsőoktatáshoz, valamint a bányászathoz kapcsolódó darabok alkotják a gyűjteményt. A Szent Borbála-szakestélyre készült kupasorozathoz hiányzik néhány év: 1995, 1996, 1997 és 2012.

A kupagyűjtemény legféltettebb darabjának számít az, amelyiket *Tenyér Mihálytól* kaptunk, s amelyre *Móder Rezső* Munkácsy Mihály-díjas festő- és szobrászművész alkotásaiból nyomtattak (1. kép).

Mindegyik kupát katalogizáljuk, azonosító számot kapnak, azt is vezetjük, hogy kitől kaptuk őket. Kétszázhetven különféle kupánk van, némelyikből több példány is. Nem a sajátunkként kezeljük, a kohász társadalom tárgyi örökségeként tartjuk becsben ezeket, vigyázunk rájuk, bővíjük a gyűjteményünket. Szeretnénk egyben megőrizni az utókornak a gyáron belül, vagy éppen olyan helyen, ahol többen megtekinthetik.

Szente Tünde



■ A kollekció különleges darabjának számít a Móder Rezső alkotásával díszített kupa

II. Ceglédi Szakmai Nap

Az OMBKE Fémkohászati Szakosztály Kecskeméti Helyi Szervezete a Bács-Kiskun Megyei Mérnöki Kamarával közösen immáron másodízben szervezett szakmai rendezvényt Cegléden.

Ebben az évben október 4-én a szakmai nap során a német tulajdonú Infineon Technologies Cegléd Kft.-t. és a magyar tulajdonban lévő Ceglédi Kovácsüzemet keresték fel a résztvevők. Mindkét cégnél jelentős, a magyar állam által is támogatott beruházások voltak és folytatódnak a következő időszakban is.

Az Infineonban *Perjési Sándor* termelésvezető a tanácsterembe invitálta a 20 fős csoportot, ahol gáláns felkészítés mellett hallgatták meg a programszerű prezentációkat.

Az Infineon 1989-ben települt Ceglédre. A cég Európában 17 ezer, ebből itt 1300 főt foglalkoztat. Ázsiában 18 ezer, Amerikában 4000 főnek adnak munkát 17 gyártótelepen. A cégnév, amely „határtalan újdonságot” jelent nem pontos fordításban, a mai kiépítettségében két fő részből áll. A nagyobb az Infineon Technologies Cegléd Kft. (1078 fő) 280 berendezésen 2500 féle alapanyaggal dolgozik, a kisebb, az Infineon Technologies Bipoláris Kft. (160 fő) 500 féle terméket gyárt 1000 féle alapanyagból. A német anyacég alkatrészeket gyárt, amelyeket itt szerelnek össze, de már itt is gyártanak olyan alkatrészeket, amelyeket Drezdában és Villachban szerelnek össze. Főbb vevőik: Toshiba, Alström, Siemens. Digitális vezérlésű automata galvanizáló üzemmel is rendelkeznek. Termékeiket elektronikus vezérlésű eszközök gyártásánál használják fel.

A minőségellenőrzés során 2,5-szeres statikus és dinamikus terhelés alatt 10-12 óra fárasztással vizsgálják. A selejt minimális, melyet újrahasznosításhoz szétbontanak; javítással nem foglalkozhatnak.

2019 szeptemberében egy új 13 000 m²-es gyártócsarnok és raktárépü-



let alapkövét tették le. A konzultációt követően a résztvevők egyórás üzemlátogatáson vettek részt, ahol „Window Tour” módszerrel a légkondicionált gyártócsarnokokban folyó, nagy tisztaságban végzett tevékenységet tekintették meg. A munkát maszkban, teljesen zárt munkaruhában, cipőborító védőfelszerelésben végzik.

A szakmai nap a Ceglédi Kovácsüzemben folytatódott, ahol *Illés József* tulajdonos az üzem bejáratánál fogadta a résztvevőket. Itt kollégái társaságában egy termékbemutató előtt adott általános tájékoztatást az itt végzett tevékenységről.

Az M44-es út melletti egykori TSz melléküzemágból kifejlődött vállalkozás 1970-ben indult. 2000-ben már ISO minősítéssel is rendelkeztek. 2011-ben CNC berendezésekkel súlyllesztő szerszámkészítéssel és javítással szolgálták ki a gyártást. 2012-ben környezetirányítási rendszert

auditáltattak, ma már 3D mérőkészülékekkel, indukciós hevítőkkal rendelkeznek.

Az acél mellett már alumíniumkovácsolással is foglalkoznak. 72 alkalmazottjuk van az 5000 m²-es csarnokterületen. 1800 t/év késztermékből 400-600 t/év a rozsdamentes acél. A réz és az alumínium kovácsolását bémunkában végzik.

A CEKO kéziszerszámcsalád gyártását is átvették Szegedről, és ma már a fröccsöntött nyélborítókat is itt gyártják a fröccsöntő szerszámokkal együtt.

0,20-30 kg tömegű darabokat, járműalkatrészeket kovácsolnak. Vevőik között van a Bundes Bahn is. 25-féle pótkocsi vonószemet gyártanak. Csavargyártást, menethengerlést, szikraforgácsolást, feszültségmentesítést, hőkezelést, normalizálást és mágneses repedésvizsgálatot is végeznek.

A fejlesztéshez a Széchenyi 2000 kapacitásbővítő pályázatból, valamint a Nemzetgazdasági Minisztérium és a PM KKV pályázataiból nyertek támogatást.

Az üzemlátogatás során *Pásztor Norbert* üzemvezető is csatlakozott a csoporthoz.

A Szakmai Nap szervezői ezúton is szeretnék mindkét cég vezetésének megköszönni a rendkívül érdekes szakmai beszámolókat.



Dánfy László

Kohómérnök a szépirodalomban

(Imre József: Szélmesék)

Dr. Imre József meseíró lett. Gazdag szakmai pályáját követően, tudományos cikkekkel, egyetemi jegyzetekkel és értelmező szótárakkal a háta mögött sem rakta le a tollat. A szépirodalom felé fordult. Szélmesék című verses meséjét a 7 éves Samu unokája ihlette, aki maga a kötet főszereplője is. Samu, aki Szélmanóval különleges, csodálatos kalandokat él át. Szélmanó varázsszavakra jelenik meg. Szélmotoros széljárgányával járnak a Balatonon, lángoló hegyeken, falun, Londonban, a szélkirály birodalmában. A játékos, érdekes kalandozások nyelvezete érthető, igényes, fordulatos. A természeti jelenségeket, környezetünk értékeit, szépségeit mutatja meg verses formában, *Bálint Mariann* kedves, gazdag színvilágú illusztrációival.

Ízelítőként a szélcsalád tagjainak gyönyörű bemutatása:

SZÉLCSEND – a lebzselő,
FUVALLAT – a lebbenő,
SZELLŐ – az üdítő,
SZÉLVÉSZ – a süvítő,
ORKÁN – a vágató,
MONSZUN – az áztató.
És ha még többet szeretnél,
itt a négy rettegett testvér:
HURRIKÁN – a romboló,
TÁJFUN – a tomboló,
CIKLON – az örvénylő,
TORNÁDÓ – a tölcserlő.

Ritkaság a mesekönyv végén: „Tudod-e?” címmel a mesekönyvben szereplő kifejezések magyarázata. (Megjelent a tudományos előélet.)

Kinek ajánlom a mesekönyvet? Gyerekeinknek, unokáinknak, akiket szép megjelenésű, nyelvezetű könyv-



vel szeretnénk meglepni. De felnőttek számára sem haszontalan olvasmány.

A könyv magánkiadású, megrendelési cím: szelmesek@gmail.com

Hajnalné Simonyi Eszter

Emlékeztető a 2019. szeptember 25-i OMBKE választmányi ülésről (kivonat)

Az ülést dr. Hatala Pál OMBKE elnök vezette le, aki az emlékeztető elkészítésére Zelei Gábor választmányi tagot kérte fel. Jelen volt a 17 választmányi tag, így az ülés határozatképes volt.

Az elnök megnyitójában üdvözölte a megjelenteket, különösen az exelnököket: dr. Tardy Pált, dr. Tolnay Lajost és dr. Nagy Lajost, majd tájékoztatást adott többek között az alábbi, főbb, a kohászokat is érintő eseményekről:

- dr. Szombatfalvy Anna főtítkárhelyettes az egyesület elnökével 2019. június 22-én a Múzeumok Éjszakája keretében az Öntödei Múzeum rendezvényein vett részt;
- a 2019. július 24-én a MVAE igazgatójával folytatott egyeztetés alapján az OMBKE központi irodájának bérleti díja egy bérelt helyiség leadásával változatlan marad;
- az OMBKE Ferencz István Észak-Dunántúli Regionális Szervezete 2019. augusztus 2–3-án tartotta a XXVI. Pivarcsi László Szigetközi Tudományos Szakmai Napokat;

- az OMBKE vezetői a Bányász Napokon képviseltették magukat a központi ünnepségen, Kazincbarcikán, továbbá Dorogon, Sósúton, Egerben, Bükkábrányban és Gánton;

- 2019. augusztus 31-én, az 50 éve Dunaújvárosban végzett kohászok tartottak a Főiskola főépületénél találkozót, ahol az első igazgató, Molnár László tiszteletére kopjafát állítottak;

- 2019. szeptember 4-én a MVAE szervezésében az MTA Metallurgiai Tudományos Bizottsága tartott ülést;

- a Szalamander-ünnepségre 2019. szeptember 6-a és 8-a között került sor, Selmezbányán, kb. 350 fős magyarországi küldöttség részvételével;

- Miskolcon és Ómassán 2019. szeptember 13–14-én volt a XIII. Fazola Fesztivál;

- 2019. szeptember 18-án az EBESCO Information Services képviselőjével folyt egyeztetés a BKL szaklapjainak szerepeltetéséről az EBESCO tudományos adatbázisában;

- Egerben, 2019. szeptember 20-án harangtörténeti konferenciát tartottak

az Eszterházy Károly Egyetemen.

Ezt követően dr. Szabados Gábor ügyvezető igazgató számolt be a titkárság átalakításáról; közölte, hogy Varga Sándorné munkaviszonyát kérésének megfelelően 2019. szeptember 30-án megszüntették. Eddigi munkáját megköszönték, utazási utalvánnyal elismerve azt.

Az Egyesület a könyvelés, bér, TB és adóügyi feladatok ellátására a Ferenczi Könyvelőirodát bízta meg. Csányi Judit mellett új munkatársként Keményváriné Nagy Alexandrát fogja az Egyesület alkalmazni. Felsőfokú végzettséggel rendelkezik, feladatai közé tartoznak majd a kommunikációs feladatok, társadalmi kapcsolatok kezelése és a mecenatúra fejlesztése. 2019. október 1-jétől új számítógépes rendszer használata kezdődik el, amely nyilvántartási és ügyviteli folyamatokban segíti munkájukat.

A következő napirendi pontban dr. Szabados Gábor az OMBKE I-VIII. havi pénzügyi helyzetéről számolt be. Ismertette, hogy a várt bevételek nagy

része teljesült, de a kiadások jó része még hátra van – így kell értékelni az I-VIII. havi pozitív, 10 millió Ft-os eredményt. A legfontosabbnak az Egyesület likviditásának megőrzését tartotta. Javasolta, hogy a Szakosztályok 2019. november 10-ig készítsék el a 2020-as évre vonatkozó munka- és gazdálkodási tervüket. Az Egyesület ezek, majd „tervtárgyalások” alapján fogja elkészíteni 2020-as tervét. Ennek különös indoka, hogy a Választmányi ülés időpontjáig három nagy rendezvény is veszteséget mutatott. Felhívta a figyelmet, hogy az egyes szervezetek saját szervezésű programok költségei mellé a finanszírozás összetételét is adják meg (OMBKE központi forrás, külső támogatás, szponzorok, alapítványok). Hangsúlyozta, hogy ha az Egyesület szervezetei a rendezvények társrendezőiként vesznek részt, akkor ennek felelősségi, jogi következményeivel (különösen munkavédelmi vonatkozásban) számolni szükséges.

A harmadik napirendi pontban a megújulási munkabizottság eddigi tevékenységéről adtak a szekcióvezetők rövid tájékoztatást. A Működési Szekció részéről Zelei Gábor, a Gazdálkodási Szekció részéről *iff. Ősz Árpád* távolmaradása miatt dr. Hatala Pál, az

Informatikai Szekció részéről *iff. Bombicz János*, a BKL Szekció részéről *dr. Pataki Attila*, a Kitüntetések Szekció részéről *Németh Tamás* távollétében dr. Hatala Pál számolt be.

A Választmány a beszámolókat egyhangúlag tudomásul vette, annak figyelembevételével, hogy novemberben egynapos munkaösszejövetelen foglalják össze az Egyesület vezetőivel a Szekciók javaslatait a Választmány részére.

A negyedik napirendi pontban *Kőrösi Tamás* ismertette a harmadik és negyedik negyedévi főbb rendezvényeket.

Az egyebekben dr. Szabados Gábor elmondta, hogy *Wahlner Aladár* sírhelyének megváltása érdekében az Egyesület gyűjtést hirdetett, és három hét alatt a szükséges összeg összegyűlt; így a sírhely az Egyesület kezelésébe került. *Hajnal János* javasolta, hogy az adakozók listája jelenjen meg a Szaklapokban. A felvetést a Választmány elfogadta.

Végezetül az Egyesület ügyvezető igazgatója közölte, hogy a központ antikbútor-együttesét, annak felbecslése után zártkörű pályázatot követően 2 millió forintért értékesítették a *Glevitzky István* által alapított alapítvány felé. A bútorokat a dorogi Reimann

Bányászattörténeti Miniverzumban lehet majd megtekinteni. Az adók befizetése után fennmaradó 1,5 millió forintból informatikai fejlesztés fog megvalósulni.

A Múzeum körüli ingatlan eladása során adminisztrációs hibák felszámolására van szükség, ezek elhárítására jogászt bíztak meg.

Zárásként dr. Hatala Pál elmondta, hogy az Öntödei Múzeum megnyitásának 50. éves évfordulóját a fenntartó Közlekedési Múzeum nem kívánta megünnepelni, és az épület további hasznosítását másképp látják; ezzel együtt jubileumi megemlékezésre került sor 2019. szeptember 27-én a múzeum kertjében, amin legalább 120 fő vett részt. Közadakozásból emlékkiadvány is készült.

Elnök úr felhívta a figyelmet, hogy a jövőben az OMBKE logójának felhasználásával kapcsolatban körültekintően kell eljárni.

A jegyzőkönyv, illetve az emlékeztető a választmányi ülésen készített hangfelvétel leirata alapján készült, ami az egyesület honlapján (www.ombkenet.hu) teljes terjedelmében megtekinthető.

*Zelei Gábor emlékeztetője alapján
összeállította BT*

Wahlner Aladár sírhelyének megváltása

Az OMBKE 1926. április 1-ei választmányi ülésén *Wahlner Aladár* okl. bányamérnök, bányakapitány, helyettes államtitkár nyugalomba vonulása alkalmából róla elnevezett emlékérmét alapított. Első ízben a névadót, a későbbiekben pedig a magyar bányászat és kohászat terén a gyakorlatban, vagy a szakirodalomban kiváló érdemeket szerzett tagokat tüntették ki az éremmel. *Wahlner Aladár* (1861–1930) kiérdemelte e megtiszteltetést, a XX. sz. első évtizedeinek egyik legnagyobb szaktekintélyének számított, elsősorban a bányászati jog terén alkotott maradandót. A *Berán Lajos* által tervezett *Wahlner Aladár-emlékérmét* fennállása óta mindössze 46-an kapták meg, ezzel az Egyesület – és a szakma – legtrikábban adományozott elismerésének számít.

*Wahlner Aladár*nak a Farkasréti temetőben, a 47/2 parcellában lévő sírja – leszármazók hiányában – régóta nem került megváltásra, az időrágta, de jó állapotú, nemes anyagú síremlékére a megszüntetés várt.

Az OMBKE vezetősége kezdeményezte a nyughely közösségi adakozásból történő megváltását. A felhívás rövid idő alatt eredményes volt, a közösség adományaiból összességében 307 500 Ft gyűlt össze, amelyből a sírhely – 25 évre kiterjedő – megváltása megtörtént. A megmaradt közel 40 ezer Ft-ot a sírhely és közvetlen környezetének tisztítására, a gyom- és bozótirtásra, a síremlék javítására fordítjuk.

Az OMBKE vezetősége ezúton mond köszönetet az önzetlen adakozásért a Bányamérték Bt.-nek és *Bibó*

Szurkos Ferenc, Bocz András, Boross Péter, Dr. Csizsár István, Fodor Krisztina Mária, Glevitzky István, Gyimesi Györgyné, Dr. Hatala Pál, Horányi István, Dr. Horn János, Horváth Zsuzsanna, Huszár László, Dr. Izsó István, Jászai Sándor, Juhász Péter, Karetka Gábor, Károly Ferenc, Kárpát Csaba, Katkó Károly, Korompay Péter, Kőrösi Tamás, Ládai Balázs, Liptay Péter, Marczis Gáborné, Pitlik László, Podányi Tibor, Dr. Sándor József, Schudich Anna, Sebestyén Ferenc, Soós Józsefné, Dr. Szabados Gábor, Sziklai Ede, Dr. Szombatfalvy Anna, Szombatfalvy Rudolf, Dr. Tardy Pál, Tompa Richárd, Törő György, Vida Zoltán, Zelei Gábor, Zubács Róbert adakozóknak.

(a Szerk.)

70. születésnapját ünnepelte

Vasas István okl. kohász üzemmérnök, okl. közgazdász 1949. augusztus 13-án született Ózdon. Középiskolai tanulmányait Kazincbarcikán, az Irinyi János Vegyipari Technikumban végezte 1964–1967 között. 1970-ben a Nehézipari Műszaki Egyetem Kohó és Fémipari Főiskolai Karán metallurgus üzemmérnöki oklevelet szerzett.



Ezt követően az Ózdi Kohászati Üzemek Műszaki Ellenőrzési Főosztályán dolgozott egy évig. 1971-ben a Borsodnádasdi Lemezgyár Technológia Főosztályára kapott meghívást, ahol technológusként alkalmazták. A gyár vezetése az 1970-es évek elején, a jól működő acélgyártás bázisán, az öntészeti tevékenység bevezetése mellett döntött. A három lépésben végrehajtott fejlesztésben (héjformázású gyártósor telepítése, furán formázású gyártósor telepítése és a vízüveges magbaformázó gyártósor telepítése), már az Acélmű és Öntöde munkatársaként, tevékenyen részt vett. Eredményes munkássága elismeréseként 1984-ben kinevezték az Acélmű és Öntöde helyettes vezetőjének.

A munka mellett 1986–1991 között a Budapesti Közgazdaságtudományi Egyetemen közgazdász oklevelet szerzett. A rendszerváltozás negatív gazdasági hatására a Borsodnádasdi Lemezgyár megrendelése is elfogytak, a gyár felszámolás alá került. A kialakult helyzetben az ÖKÜ megmaradt termelőegységeiből – német befektetők bevonásával – létrejött OSTAG Pénzügyi Főosztályán vállalt munkát. Feladata a részvénytársaság napi likviditásának biztosítása volt. Munkája folyamán számos bankkal került szoros kapcsolatba. A német befektetők kivonulását követően állásajánlatot kapott az MHB Rt. Ózdi Igazgatóságától, amit elfogadott és öt évig hitelezési és pénzügyi tanácsadási területen dolgozott az MHB Rt. alkalmazottjaként. Ezalatt a Bank nagy üzletfeleinek pénzügyi helyzete drasztikusan romlott és így ismét állásváltotatáson kellett gondolkodnia. Egy lakóhelyváltozással is járó döntéssel újra szeretett szakmájában helyezkedett el, egy öntöde igazgatójaként. Egy év elteltével nyilvánvalóvá vált, hogy kellő gazdaságpolitikai háttértámogatás hiányá-

ban a hazai acélöntészet sorsa nem sok jóval kecsegtet. Ezért véglegesen a pénzügyi területen történő munkavégzést választotta, egészen a 2013-ban történt nyugdíjba vonulásáig.

Az OMBKE-nek 1975. január 1-től tagja. Az Öntészeti Szakosztály borsodnádasdi helyi csoportjának alapító tagja volt. Kezdetben titkára, majd megszűnéséig elnöke volt a helyi csoportnak.

Balázs Tamás okl. kohómérnök 1949. augusztus 20-án született Sopronban. Édesapja Balázs Fülöp, szintén kohómérnök, aki a magyarországi színesfémkohászat fejlesztésének meghatározó alakja volt. Testvére, László is okleveles kohómérnök 2010-ben orvos felesége elhunytával megözvegyült, jelenlegi felesége, Judit, szintén okleveles kohómérnök.

1968-ban, a budapesti József Attila gimnáziumban francia szakos érettségit tett. Az NME kohómérnöki karán 1973-ban az alakítástechnológiai szakon jeles diplomával végzett.

Az egyetem elvégzése után egészen nyugdíjba vonulásáig a Csepeli Fémmű különböző területein dolgozott. Először, mint technológus, a diplomamunkája témáját folytatva a színesfém szalagok – folyamatosan öntött és meleghegyszerelés nélküli – technológiájával foglalkozott.

1978-ban a vállalat fejlesztési-beruházási területére került, ahol irányításával fejeződött be a Csepeli Fémmű két nagy beruházása: Csepelen 1,5 milliárd Ft értékben, és közel 1 milliárd Ft értékben a mőri, elektródagyártással foglalkozó gyáregységben. Ennek során Csepelen megújult a rézhengerhuzal-gyártás (Dipforming); létrejött a melegalakítás nélküli színesfém szalag-gyártás; új vákuumöntöde létesült, és korszerűsödött a lágymágneses elektrotechnikai acél szalagok gyártása. Mórton ESAB-licenz alapján új elektródagyár létesült.

1981-ben a Hengerműgyár gyáregységvezetője lett, ahol feladata az előbb részletezett, e területet érintő fejlesztések eredményeinek napi gyakorlatba való bevezetése volt. Jelentős termelésfelfutást értek el különösen a tőkés export terén. Még az USA piacá-



ra is sikerült tartósan betörni. Különleges termékeik voltak: pénzérme, töltenyhüvely és -lövedék, -rugó, jól mélyhúzható szalagok.

1985-ben a Csepeli Fémmű Kutató-és Fejlesztési Intézetének vezetésével bízták meg, ahol a technológiafejlesztési feladatokon kívül a kézi- és ellenálláshegesztő-anyagok, a vákuummetallurgia, a hideg plattírozás, a rézfinomítás, -elektrolízis, mágneses anyagok, féművegek, memóriaötvözetek témájában folyt kutatómunka. Magyarországon az elsőként létesült pásztázó elektronmikroszkóp (SEM és EDAX). Az intézet rendelkezett Kísérleti Üzemmel, ahol különleges fémötvözetű anyagok félüzemi gyártása is folyt.

1991-ben a Csepeli Fémmű Minőségbiztosítási igazgatója lett, hozzá tartozott egy akkreditált laboratóriumi szervezet (nedveskémia, spektrálkémia, mechanikai-, metallográfiai-, mágnes-és röntgenlaboratórium). Irányításával szerezte meg a Fémmű (Dip-Forming üzem) Magyarországon az 1. számú 9002-es ISO-minősítést és Mórton az Elektródagyár a 2. számú oklevelet.

2000-ben megbízták az Acélszalag-üzletág válságkezelésével, feladata a nehéz helyzetbe került Fémműből kiválva új tulajdonosi lehetőségek előkészítése volt. Ügyvezetésével magyar és orosz tulajdonosi lehetőségek merültek fel, azonban a piaci körülmények miatt ezek meghiúsultak.

2003-ban végelszámolóként ment nyugdíjba.

Szakterülete: a rézötvözetek képlékeny alakítása, lágymágneses szalagok gyártása és feldolgozása, valamint a minőségbiztosítás.

2005-ben megalakította a First Metal Kft.-t, amely színesfém-kereskedelem mellett szaktanácsadással is foglalkozott; jelenleg egyéni vállalkozásában egy nemzetközi cég tanácsadója.

Az OMBKE-nek 1974-től tagja, előbb Fémkohászati Szakosztály csepeli helyi szervezetének elnöke, később (a mai napig) a Szakosztály alelnöke.

Több egyesületi és miniszteri elismerés mellett Szent Borbála-kitüntetést is kapott.

A Magyar Minőség Társaság alapító tagja, és egykori igazgató tanácsi tagja.

2010-től a BKL Kohászat felelős szerkesztőjeként egyik fő feladatának tekinti kohászathoz elkötelezetteknek – különösen fiataloknak – publikációs lehetőséget biztosítani.

Szélig Árpád 1949. szeptember 5-én született Csepelen. A Jedlik Ányos Gimnáziumban érettségizett 1968-ban. Érettségi után Dunaujvárosban a Főiskolán szerzett metallurgus üzem-mérnöki diplomát 1971-ben.

A Dunai Vas-műben az Acél-mű Martin üzemében helyezkedett el, ahol különböző beosztásokban, a martin- és elektroacél-gyártás területén dolgozott.



1980-ban a Dunaujvárosi Főiskolán folytatta munkásságát mint szakoktató. Kezdetben a nyersvas- acélgyártás és fémkohászat tárgyak gyakorlati óráit vezette, majd később adjunktusként már elméleti órákat is tartott. 1988-ban szerzett kohómérnöki diplomát a Miskolci Egyetemen.

1991-ben a Dunai Vasmű Kutató Intézetében helyezkedett el, ahol a konverteres acélgyártás és a folyamatos öntés technológiai kérdéseit vizsgálta. 1994-ben az újonnan alakult Acél-művek Kft. Metallurgiai Főmérnökségén helyezkedett el, ahol 1999-től főmetallurgus beosztásban felügyelte a kft. teljes metallurgiai vonalát. Fő érdeklődési területe volt a konverteres acélgyártás és a folyamatos öntés. Ezen témákban több cikket is publikált, konferenciákon előadást tartott. A FAM termelékenységének növelését megvalósító projektben tevékeny szerepet vállalt és a műszaki fejlesztés megvalósítása után az öntött brammák minőségét vizsgáló és a hibák elemzését, matematikai modellezését végző team vezetője volt. Az Acél-művek Kft. termelési- és szerződéskötési folyamatainak számítástechnikai alapjait biztosító „Minőségkód és VGYU rendszer” megalkotásában tevékenyen részt vett, majd a rendszer üzemeltetését és továbbfejlesztését vezette. A privatizáció után az újonnan alakuló Technológiai Igazgatóságon dolgozott technológiai vezető mérnök beosztásban. Felügyelete alá tartozott az ISD DUNAFERR teljes technológiai vonala. Vezetése alatt elkészült a kombinát teljes technológiai vonalát felölelő, havi rendszerességgel készülő műszaki jelentésrendszer számítástechnikai megvalósítása. Ebben a beosztásban dolgozott 2010-ben bekövetkezett nyugdíjazásáig.

Dr. Kovács Károlyné dr. Németh Livia okl. kohómérnök 1949. szeptember 22-én született Miskolcon.

A miskolci Zrínyi Ilona Gimnázium

angol tagozatára járt, majd 1973-ban az NME Kohómérnöki Karán szerzett vas- és fémkohász ágazatos oklevelet. Végzés után az NME Szervetlen és Elemző Kémiai Tanszékén helyezkedett el, mint tudományos ösztöndíjas gyakornok. Későbbiekben különböző névváltozásokon ment át a tanszék: Analitikai Kémiai Tsz, majd Kémiai tanszék, ami a Fizikai Kémiai Tanszékkel való összevonása során keletkezett. Ez az első munkahely egyben az egyetlent is jelentette, innen ment nyugdíjba. Végigjárta a különböző beosztásokat egészen a tanszékvezetői pozícióig.



Bekapcsolódva a tanszék oktató munkájába először kémiai laboratóriumi gyakorlatok vezetésében vett részt, majd számos előadást jegyezhetett és adhatott elő mindhárom szinten: a BSc, az MSc és a doktori képzésben. Elsősorban általános kémiai ill. analitikai jellegű tárgyak oktatása volt a kiemelt feladata, ezekre a kohász és bányász hallgatók százait oktathatta az évtizedek során. Nagyon szerette a tanítást, több új tantárgy kidolgozását és bevezetését végezte el; az anyagvizsgáló szakirány vezetője is volt. A mérési eredmények matematikai-statisztikai feldolgozásával is behatóan foglalkozott.

A kutatási munkája során is előtérbe kerültek a kohászati analitikai jellegű témák. PhD-minősítést a „Mikroötvöztött acélok oldott és kötött börtartalmának új meghatározási módszere” című munkájával érte el 1994-ben.

Számos hazai és külföldi konferencián vehetett részt, ahol angol és német nyelven tartott előadásokat. Társszerzőkkel három jegyzetet és két könyvrészt írt.

1972-ben kötött házasságot, férje dr. Kovács Károly okl. gépészmérnök. Két családosi gyermeke van, jelenleg már három unokával büszkélkedhet.

Poteczin Imre 1949. október 24-én Budapesten született. 1964-ben a Mintakészítő Vállalatnál kezdte meg a mintakészítő gyakorlati munka elsajátítását, az elméleti ismereteket pedig a MÜM 7 (ma Ganz Ábrahám) szakiskolában. A



vizsgák sikeres letétele után 1967-ben a ISG Angyalföldi üzemében mint mintakészítő helyezkedett el. A katonai szolgálat után visszatért a Mintakészítő Vállalathoz, ahol csoportvezető lett, és fiatal kora ellenére 15-20 ember munkáját irányította.

Szakmailag is komoly munkákat készítettek, mint például a vízszivattyúház, gőzturbinaház, gépágy öntőmintái. Munkáját kiváló dolgozó kitüntetéssel ismerték el. 1971-ben felvételt nyert a Bánki Donát gépipari technikumba, amit sikeresen elvégzett, és 1975-ben gépészmérnöki oklevelet vehetett át. 1974 áprilisában a Mintakészítő Vállalat műszaki osztályára helyezték mintakészítő technológusként.

1971-ben kötött házasságot, három gyermeket neveltek fel. Feleségét 45 év házasság után veszítette el.

1979-ben a TESZKO Gazdasági Társaságnál helyezkedett el, ahol több munkatársával együtt megalakították a mintakészítő csoportot, aminek vezetője lett. 1980-ban a TESZKO megszűnése után csoportjával a budapesti Alfa Szövetkezettel kötöttek szerződést, ahol tíz évig dolgoztak mintakészítőként. Munkájukat fémjelzi a fővárosban és egyéb helyeken az 1980-as években megkezdődött kandeláber, öntött kerítés, falikar, díszöntvény- felújítás és ezek öntéséhez szükséges öntőminták gyártása, melyek a mai napig díszítik a közterületeket. 1990-ben megalapította az M+M Mintakészítő és Műanyagfeldolgozó Kft.-t, aminek tulajdonosa és ügyvezető igazgatója lett. Az M+M Kft. a folyamatos műszaki fejlesztés során 2010-ben üzembe helyezte első CNC rendszerű megmunkáló központját öntőminták készítésére, amit további korszerű új gépek és berendezések telepítése követett.

2009-ben nyugdíjas lett, de a kft.-t azóta is vezeti, irányítja. Szerencsésnek mondhatja magát, mivel a kft.-t fia, Zoltán – aki jelenleg a műszaki irányítást végzi – viszi tovább a cég vezetését.

Az OMBKE-nek 1974 óta tagja. Az 1996-ban újjászerveződött mintakészítő szakcsoportban tevékenykedik. 2000-ben megválasztották a szakcsoport elnökének, mely tisztséget a mai napig ellátja. Egyesületi munkáját több elismeréssel jutalmazták: 2003-ban z. Zorkóczy Samu-emlékérmet, 2014-ben Soltz Vilmos-emlékérmet, 2015-ben az öntészeti szakosztályért emlékérmet kapott. 2004-ben az M+M Kft. által alapított Ganz Ábrahám-emlékérmet vehette át.

Kopjafaavatás a selmeci hagyományok és Molnár László emlékére

Ötvenéves évfolyam-találkozó az egykori alma materben

A Dunaújvárosi Felsőfokú Kohóipari Technikumban ötven éve végzetek emlékeztetésképpen az augusztus 31-i szombati napot: a diáktársak tanáraikkal közösen emlékoszlop állítással és jubileumi szakestéllyel ünnepeltek. Előbbi helyszínéül a Dunaújvárosi Egyetem előtti Molnár László park szolgált, utóbbi a főépület második emeleti aulájában került megrendezésre.

Az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület részéről, annak elnöke, *dr. Hatala Pál*, a Vaskohászati Szakosztály elnöke, *Bocz András*, a Dunaújvárosi Szervezet korábbi elnöke, *Józsa Róbert*, a helyi szervezet titkára, *Kvárik Sándor* és további egyesületi tagok is jelen voltak a kopjafa avatásán (1–2. kép).

Az ünnepséget az ötven esztendővel ezelőtti gépész valétaelnök, *dr. Szántó Jenő* vezette elő. A Dunaújvárosi Egyetem képviselőjében *dr. Nagy András* tudományos és kutatási rektorhelyettes köszöntötte a résztvevőket, majd felidézte a felsőfokú intézmény önállósodásának és egyetemmé válásának történetét. *Dr. Szántó Jenő* külön üdvözölte az eseményen megjelent egyetemi hallgatókat. Nem tudott jelen lenni *Vass Miklós*, az első

kohász valétaelnök, akinek érdemeit hangsúlyozta a jubileumi ünnepség előkészítésében, de nem feledkezett meg *Kovács Ferencről*, a főiskola egykori tanáráról sem.

A kopjafa leleplezését követően koszorúikat helyezték el a megemlékezők, amit *dr. Széles Ottó* jubileumi valétaelnök avatóbeszéde követett:

Az emlékoszlop *Esztény Zsolt*, Erdélyben élő hétgyermekes édesapa alkotása, aki maga is selmeci kötődésű, a Brassói Erdészeti és Faipari Egyetemen végzett, és sokat vendégeskedett soproni szakestélyeken. Amikor elkezdte a fát megmunkálni, egyszer csak egy vasdarabbal találkozott, nem tette bele senki, egyszerűen bele volt nőve. Kohászoknak, gépészeknek készül ez az emlékoszlop, úgy döntött, hogy maradjon csak benne, és íme, most itt látható, mintegy tanúságtételként, választott szakmánkhöz. Emlékeztessen ez az emlékoszlop arra, hogy nem feledtük a vidám diákeveket és a selmeci hagyományokat. Hálás szívvel emlékezünk volt tanárainkra és diáktársainkra, valamint Dunaújvárosra, amelynek három évig polgárai voltunk. A Felsőfokú Kohóipari Technikum igazgatója *Molnár László* volt, akit diákjai őszinte

szeretetük kifejezéséül Laci bácsinak szólítottak. Egész életében a magas színvonalú mérnökképzésért fáradozott és a diákságért tevékenykedett. Így lettünk mi is gazdagabbak azzal, hogy megismertette velünk a magyar műszaki felsőoktatás történetével együtt a selmeci diákhagyományokat. Minden rezdülésében a diákság érdekeinek ügyvivője és a diákság barátja volt. Hirdesse ez az oszlop: él nemzet e hazán, vannak méltó utódok, akik éltetik! Ezennel átadjuk ezt az alkotást a jövő nemzedékének, legyen ez az egyetem és Dunaújváros ékessége, mely hirdeti az idelátogatóknak: a selmei hagyományok élnek.

A kopjafa üzenete: Nagyon sokan meg fognak itt állni, megnézik és nem biztos, hogy tudni fogják, hogy kinek és minek az emlékére állítottuk – mondta el *dr. Hatala Pál*, az Országos Magyar Bányászati és Kohászati Egyesület elnöke. – Olyan ez, mint a családi büszkeség. Elég, ha a család tudja, hogy ez az övé, nem biztos, hogy hivalkodó módon fog ezzel dicsekedni. Mi, akik összetartozunk, mindent megteszünk azért, hogy ez a szellemiség tovább öröklődjön és legyenek olyanok, akik tovább viszik ezt.

Kép és szöveg: Szente Tünde



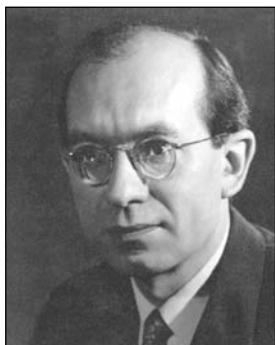
■ 1. kép. A selmeci hagyományok és Molnár László emlékére felavatott kopjafa



■ 2. kép. Az ünnepség résztvevői között az OMBKE képviselői

Prof. Dr. Bartha László

1931–2019



Bartha László 1931. január 24-én született Kemeccsén. A debreceni Kosuth Lajos Tudományegyetemen (KLTE) 1953-ban végzett, majd szaktovábbképzési céllal a Debreceni Orvostudományi Egyetemen még további két évig tanult (1956–1958). Demonstratorként már az egyetemi évek alatt bekapcsolódott a kutatómunkába, 1958-tól Budapesten, a MTA Műszaki Fizikai Kutató Intézetében dolgozott tudományos kutatóként, majd hosszú időn keresztül (1988–1998), ő volt az intézet első számú vezetője. 1998-tól tudományos tanácsadóként dolgozott az MTA Műszaki Fizikai és Anyagtudományi Kutatóintézetben, ahol 2006-ban megkapta a professor emeritus instituti címet.

Tudományos életpályáját számos minősítő okirat is fémjelzi: a természettudományi doktori címet 1959-ben, kémiai szakterületen szerezte meg, (A kristálynövekedés kinetikája PbSO_4 (szil)/telített oldat rendszerben); 1968-ban lett a kémiai tud. kandidátusa (Kis-koncentrációjú szennyezők mozgásának és eloszlásának vizsgálata fémekben, izotóp-indikációs módszerrel). 1975-ben a kémiai tud. doktora (A volfrám izzószál fizikai kémiája), s rá egy évre címzetes egyetemi tanári kinevezést is kapott a KLTE-től, ahol 1996-ban habilitált. Ugyanebben az évben lett tiszteletbeli professzora a kínai Changsha-i műszaki egyetemnek is. Szakmai-tudományos és oktatást támogató kapcsolatai a Miskolci Egyetemmel is bővültek, melynek elismeréseként 2009-ben megkapta az egyetem díszdoktora címet.

Kiterjedt hazai és külföldi kapcsolataival, kiemelkedő műszaki-tudományos szakismeretével a Magyar Tudományos Akadémia számos bizottságában és munkabizottságában vállalt tagságot és aktív vezető szerepet. Több cikluson keresztül volt meghatározó tagja a Metallurgiai Tudományos Bizottságnak és elnöke a Kémiai Metallurgiai és Öntészeti Albizottságnak. Bartha László kiemelkedően sok esetben volt doktori pályázatok bírálója, opponense is.

A volfrámalapú izzólámpagyártási, a korszerű és energiatakarékos világí-

tástechnikai, továbbá a magas olvadáspontú fémek újszerű alkalmazástechnikai kutatási területeihez kapcsolódó nemzetközi szakmai testületekben és szakfolyóiratok szerkesztőbizottságaiban is sok jelentős feladatot vállalva dolgozott.

Számos kitüntetése közül a legfontosabbak: Bródy Imre-díj, MTA-díj, Max Planck-érem, MFKI-érem, Fehér Dániel-érem, a Munka Érdemrend ezüst fokozata, Feltalálói Aranyérem.

Hosszabb külföldi szakmai utakat tett (1962 és 64 között Kanadában az ottawai Fémek Kémiai Kutatólaboratóriumában; később három alkalommal is egy-egy hónapig Németországban, a Max Planck Institut für Metallforschungnál.

Publikációinak száma 160, szerző és részes 30 magyar és 18 külföldi szabadalomban, valamint öt szakkönyv szerzője, társszerzője vagy szerkesztője.

Bartha László a fizikai-kémia jeles tudósaként elsősorban a volfrám fizikájával és kémiájával foglalkozott, területe a fémkutatás volt. Ki kell emelni érdemei közül, hogy igazgatóként figyelme nem szűkölt le a fémkutatásra, hanem az intézet, az MFKI más tématerületeit is segítette.

Amikor lehetővé vált, támogatta a sikeres kollégák spin-off cégalapítási kezdeményezéseit, az intézet jelentős részvénytársasággal rendelkezett a Ferenczi György által alapított SEMILAB-ben. Szoros ipari kapcsolatot tartott fenn a TUNGSRAM-mal, majd a GE-vel.

A 89. évében, 2019. augusztus 2-án elhunyt Bartha László hamvait augusztus 30-án helyezték el a budapesti Városmajori Jézus Szíve templomban, ahol a búcsúbeszédet mondott az MTA Műszaki Fizikai és Anyagtudományi Kutatóintézet nevében dr. Pécz Béla és dr. Harmat Péter.

Dr. Bartha László professzor halála nagy veszteség a családnak, számos felsőoktatási intézménynek, vezető anyagtudományi és fémkutatási intézetnek, és a magyar tudománynak.

Pécz Béla

Énekes Lajos

1940–2019



Elment egy kolléga, egy jó barát, egy kohász, mindenki „Lajos bácsija”.

Szentesen született 1940. december 19-én. Gyerekkorát Celldömölkön élte át, általános iskolai tanulmányait itt végezte. 1956–1960 között a sztálinvárosi Kerpely Antal Kohászati Technikumban tanult. Itt kohász technikus szakmát szerzett, tanult szakmájától sosem szakadt el. A középiskola elvégzése után a Szerszámgépipari Művek Székesfehérvári Köszörűgépgyárában helyezkedett el. A vas- és acélkohászati szakmák több ágában kipróbálta magát, de az öntészet érdekelte leginkább.

1970-ben ágazatot és munkahelyet változtatott, és a Magyar Alumíniumipari Tröszt tagvállalatához, a Székesfehérvári Könnyűféműbe került. A képlékenyalakítási előtermékeket gyártó Öntöde Gyáregységben hozzáértése és érdeklődése gyorsan átsegítette az indulási nehézségeken és hamarosan művezető, majd műszakvezető főművezető lett. Érdeklődése, szakmai fejlődésre törekvése vezette újra az iskolapadba. A Nehézipari Műszaki Egyetem Kohó- és Fémipari Főiskolai Karán 1975-ben szerzett kohómérnöki képesítést.

A '70-es évek végén az alumíniumipari fejlesztés során az öntödei tevékenységekben jelentős szerepet vállalt, fejlesztési, beruházási feladatokat kapott. Munkái közül többek között a D-jelű olvasztó-öntőegység építését, annak beüzemelését, az elektromágneses öntés bevezetését, az elektro-

mágneses keverés honosítását, valamint a fémtisztítási technológiák bevezetését kell említeni. A '80-as években a szervezeti, szerkezeti átalakítások során olvasztó-öntő üzemvezetői feladatokkal, majd a karbantartás szervezésével, vezetésével bízták meg. Ezeket a feladatokat magas szinten, vezetői elismerésének kivívásával végezte.

A vállalat privatizációját követően részt vett az átalakítási munkákban, az öntöde korszerűsítésében az új kihívásoknak megfelelő átalakításban. A megújuló munkahely kialakításában döntő érdemeket szerzett.

1995-ben nyugdíjba vonult, ami megérdemelt pihenést hozhatott volna, azonban számára a szakmájában való további tevékeny részvétel jelentette. Mint nyugdíjast alkalmazta a Tűzállótechnika Kft., ahol tovább folytatta szakmáját. Érdeklődése, szerteágazó ismerete, fáradhatatlansága, jókedve új munkahelyén is elismerést váltott ki.

Munkája mellett rendezett magánéletében 55 évig élt kiegyensúlyozott, boldog házasságban, majd kísérté figyelemmel gyermekei, unokái életét.

2019 márciusában bekövetkezett váratlan balesetét követően július 5-én, 79 éves korában hunyt el. Temetése 2019. július 26-án Székesfehérváron volt. Egy embert, tisztelt munkatársat, barátot, szeretett hozzátartozót kísért utolsó útjára sok-sok tisztelője.

Isten nyugosztaljon Lajos bácsi, Jó szerencsét!

Zachár László

1940–2019



1928. december 7-én született Budapesten. Középiskolai tanulmányait a fővárosban, felsőfokú tanulmányait a Moszkvai Színesfém Főiskola Technológiai Szakán 1948–1953 között végezte, az NME Kohómérnöki Kar, kohóipari gazdasági mérnöki szakát 1964-ben fejezte be.

A kőbányai Könnyűféműben mint igazgató, majd a Székesfehérvári Könnyűféműben különböző vezetői beosztásokban dolgozott.

Az 1960-as évek végén a késztermék-gyártó üzem megszervezésével,

és annak vezetésével bízták meg. Fiatal műszaki munkatársakat vett fel, akiket atyai szeretettel, de következetesen erős kézzel tanított és vezetett. Már az 1970-es években a piacgazdasági szempontokat figyelembe véve irányította a készárutermelést. Az általa vezetett egységből olyan termékek kerültek ki, mint a mezőgazdasági öntözőberendezések, a pékek és kereskedők munkáját megkönnyítő kenyérszállító konténerek, a lámpaoszlopok, lámpakarok, a bányászok fizikai megterhelését csökkentő süveggerendák,

a hidegfolytatási eljárással készült vas-alu keresztbordácsövek.

Tudta, hogy a késztermékek iránti kereslet növekedését csak új technológiák bevezetésével, a géppark megújításával, új gépek beszerzésével lehet kielégíteni. A vezetése alatt dolgozó Készáru Gyáregységbe francia gyártmányú indukciós csőhegesztőt telepítettek, melynek kapacitását részben külföldi megrendelők kötötték le. A keskenyszalag lakkozó a reluxa redőnyök hazai gyártását tette lehetővé. A finn gyártmányú korszerű eloxáló műtermelésének jelentős része külföldi piacokon talált gazdára.

A Magyar Alumínium folyóiratnak szerkesztőbizottsági tagja és gyakori szakírója volt. Munkája közben többször kapott Kiváló Dolgozó kitüntetést,

a Nehézipar Kiváló Dolgozója elismerésben kétszer részesült. Az Ipari Minisztérium Kiváló Feltaláló ezüst, majd a Munkaérdemrend bronz fokozatát 1989-ben kapta meg.

1991-ben vonult nyugdíjba.

Az OMBKE-ben 1972-ben rendezett II. Alumínium Konferencia rendező bizottságában végzett szervező munkát. 1995-ben 40 éves egyesületi tagságáért Soltz Vilmos-emlékéremmel tüntették ki.

2019. augusztus 9-én Budapesten az Óbudai temetőben szűk családi, baráti és munkatársi körben búcsúztunk az alumíniumipar egyik nagy öregétől.

Kedves Lac! Emléked megőrizzuk! Nyugodj békében!

Sz. F.

Gyürüsi Ferenc 1946–2019



Ismét eltávozott körünkől egy nagy tudású alumíniumipari szakember, aki több mint 40 év aktív munkáját a székesfehérvári Könnyűfémű Hengerművében töltötte.

Családját Csehszlovákiából költöztették át, ő még ott született.

1964-ben végzett a veszprémi Színesfémipari Technikumban. Még abban az évben a Könnyűfémű Hengerművében kezdett gyakornokként, később a hőkezelés területén dolgozott, ahol csoportvezető lett. Mikor az 1962–70 közötti nagy fejlesztés eredményeként létrejött a Széleszalag Hengermű, hideghengerész-ként folytatta munkáját, ahol rövidesen szintén csoportvezetővé nevezték ki.

Munka mellett szerzett diplomát a miskolci Nehézipari Műszaki Egyetem kohómérnöki karán 1981-ben. Kohómérnökként a Hengermű Technológiai Osztályára került, s nyugdíjba vonulásaig ezen a területen tevékenykedett. Sok termék- és technológiafejlesztésben vett részt, az általa kidolgozott jó néhány módszert a mai napig alkalmaznak.

Munkáját, szakmáját, tevékenységi területét mindig nagyon komolyan vette, a termelésben szerzett gyakorlati

tapasztalatait jól kamatoztatta mérnöki munkája során is. Olyan ember volt, aki nem a rangot, címet, hanem a tudást, szakmai elkötelezettséget becsülte, az ilyen kollégákat könnyen elfogadta, velük szívesen dolgozott csapatban. Véleménye, látásmódja mindig megalapozott volt, szeretett vitatkozni, de elfogadta mások szakmai véleményét akkor is, ha az különbözött az övétől. Tudására szükség volt a cég Alcoa időszakában is, egyik fő szereplője volt az 1995-ben bevezetett új termelésirányítási rendszernek (FLITS), amelynek a KÖFÉM „testreszabásában”, fejlesztésében elévülhetetlen érdemei voltak.

Pályafutása során mindig szívesen foglalkozott oktatással, kedvvel adta át sokrétű tudását a fiatal mérnök-kollégáknak. Már nyugdíjas volt, de ez irányú munkájára a Hengermű még jónéhány évig igényt tartott.

Az OMBKE-nek 1982-től haláláig tagja volt.

Rövid, de súlyos betegség után távozott közülünk augusztus elején.

Feri! Ezúton is kívánunk végső Jó szerencsét és örök nyugodalmat.

Virág János

XIII. Fazola Fesztivál Miskolc–Ómassa 2019. szeptember 13–14.



A rendezvényről szóló beszámoló a 45. oldalon olvasható

FELHÍVÁS

Tisztelt Tagtársak, kedves Olvasóink!

Már évekkel korábban felmerült az igény, hogy a Bányászati és Kohászati Lapok elektronikus formában is elérhető legyen. Ennek megfelelően a BKL lapok újabb évfolyamai PDF-formátumban folyamatosan felkerülnek a lapok kiadója, az OMBKE honlapjára az alábbiak szerint:

BKL Bányászat 2003-tól,
BKL Kohászat 2003-tól,
BKL Kőolaj és Földgáz 2005-től.

Az OMBKE tagjai az egyesület megalapítása (1892) óta ingyenesen kapják a lapot. A jelenlegi Alapszabály szerint „a tag az egyesület valamelyik szaklapját szakosztályi tagsága, ill. egyéni igénye alapján külön előfizetési díj nélkül megkapja, de erről a jogáról írásban le is mondhat.” Jelenleg a tagság 5%-a – többnyire családtagok – nem kéri a lapot.

Felmerült viszont, hogy a mai információs és elektronikus környezetben többen csak a lap elektronikus változatára tartanak igényt, ami a nyomtatott lapok postázási költségeiben megtakarítást jelenthetne.

Felkérjük ezért tisztelt tagtársainkat, hogy aki nem tart igényt a lap nyomtatott változatára, hanem az elektronikusra, az szíveskedjen ezt e-mailben jelezni:

- a Bányászat – Kőolaj és Földgáz esetében a bkl.banyaszat@t-online.hu,
- a Kohászat esetében a bkl.kohaszat@gmail.com címen.

Az aktuális lapszám a nyomdai megjelenésével egyidejűleg felkerül az OMBKE honlapjára (www.ombkenet.hu), és a nyomtatott lapról lemondók a fenti lemondáskor megadott e-mail címükre értesítést kapnak, hogy a lapszám megjelent és a honlapon elérhető, letölthető.

A nyomtatott lapról való lemondás az illető egyesületi tagdíját nem befolyásolja.

Akik továbbra is a nyomtatott lapot igénylik, azoknak nincs semmi teendőjük.

Tisztelt tagtársaink együttműködését ezúton is köszönjük!

Budapest, 2019. november
Jó szerencsét!

Az OMBKE Kiadói Bizottsága

Selmecbányai Szalamander 2019. szeptember 6–7.



Dallos István fotója